

**Lars Andréasson**

# **KRONISK SLEMHINNEOTIT**

**Preoperativ bedömning**

**MALMÖ 1973**



KRONISK SLEMHINNEOTIT  
Preoperativ bedömning

av

Lars Andréasson  
Med.lic. ög.

Akademisk avhandling som med vederbörligt tillstånd av Medicinska fakulteten vid Universitetet i Lund för vinnande av medicine doktorsgrad kommer offentligen att försvaras å Medicinska kliniken aula, Malmö Allmänna Sjukhus, fredagen 18 maj 1973 kl 9.15.



Från Öronkliniken Malmö, Lunds Universitet

KRONISK SLEMHINNEOTIT  
Preoperativ bedömning

Lars Andréasson

Malmö 1973



Printed in Sweden

Malmö Allmänna Sjukhus tryckeri

Malmö 1973

## INNEHÅLL

|                                                            |    |
|------------------------------------------------------------|----|
| Definition och förkortningar                               | 4  |
| Förord                                                     | 5  |
| Inledning                                                  | 7  |
| Syftet med undersökningarna                                | 11 |
| Metoder                                                    | 12 |
| I. Tubarfunktionsbestämning                                | 20 |
| Tidigare metoder                                           | 20 |
| Syfte                                                      | 22 |
| Egna undersökningar                                        | 23 |
| Undersökningsgång                                          | 23 |
| Material                                                   | 25 |
| Resultat                                                   | 26 |
| Diskussion                                                 | 34 |
| II. Volym- och ytbestämning av örats luftförande hålrum    | 43 |
| Tidigare undersökningar och metoder                        | 43 |
| Syfte                                                      | 46 |
| Egna undersökningar                                        | 46 |
| Undersökningsgång                                          | 47 |
| Material                                                   | 49 |
| Resultat                                                   | 51 |
| Diskussion                                                 | 61 |
| III. Klinisk metod för tubarfunktions- och volymbestämning | 67 |
| Allmän diskussion                                          | 70 |
| Sammanfattning                                             | 73 |
| Summary                                                    | 78 |
| Statistisk kommentar                                       | 83 |
| Litteraturförteckning                                      | 84 |

## DEFINITION OCH FÖRKORTNINGAR

Med kronisk slemhinneotit avses ett sjukdomstillstånd i örat med central trumhinneperforation med en duration av >3 månader, periodvis med sekretion. Denna definition motsvarar närmast den av Diamant (1948) angivna "perforatio membranae tympani centralis".

Patm: atmosfärtryck vid marknivån.

Pm: mellanörontryck.

$Pm_d$ : atmosfärtrycket minus ångtrycket för mättnad vid  $37^{\circ}\text{C}$ .

Prh: rhinofarynxtryck.

Pomg: omgivningstryck omgivande kroppen förutom örat.

Psyst: tryck i tryckhållningssystem.

Pkåpa: tryck i kåpa utanför hörselgångskuff.

Pk: tryck i tryckkammare.

Pmuc: tryckskillnad mellan omgivningstryck (Pomg) och mellanörontryck (Pm), vilket påverkar mucosan,  $Pmuc = Pomg - Pm$ .

Pkuff: tryckskillnad över hörselgångskuff,  $Pkåpa - Pm$ .

Ům: flöde orsakat av kompression eller expansion av gas i örats luftförande hålrum.

Ůsyst: flöde orsakat av kompression eller expansion av gas i mätsystem.

Ůr: flöde genom resistor.

$\int \Ůr \cdot dt = V_r$ : volym luft som passerar resistor.

Vt: volym luft som passerar örontrumpet.

Vm: volym av örats luftförande hålrum.

Vhg: volym av hörselgång mellan hörselgångskuff och trumhinneplan.

$\Delta Vmuc$ : volymförändring av örats slemhinnor.

$\Delta$  före en symbol markerar en ändring av denna.

Tryck mätes relativt till atmosfärtrycket vid marknivån, då inget annat anges och anges i  $\text{cm H}_2\text{O}$ , volym anges i milliliter, ml, eller mikroliter,  $\mu\text{l}$ , och flöde i  $\mu\text{l}/\text{sek}$ .

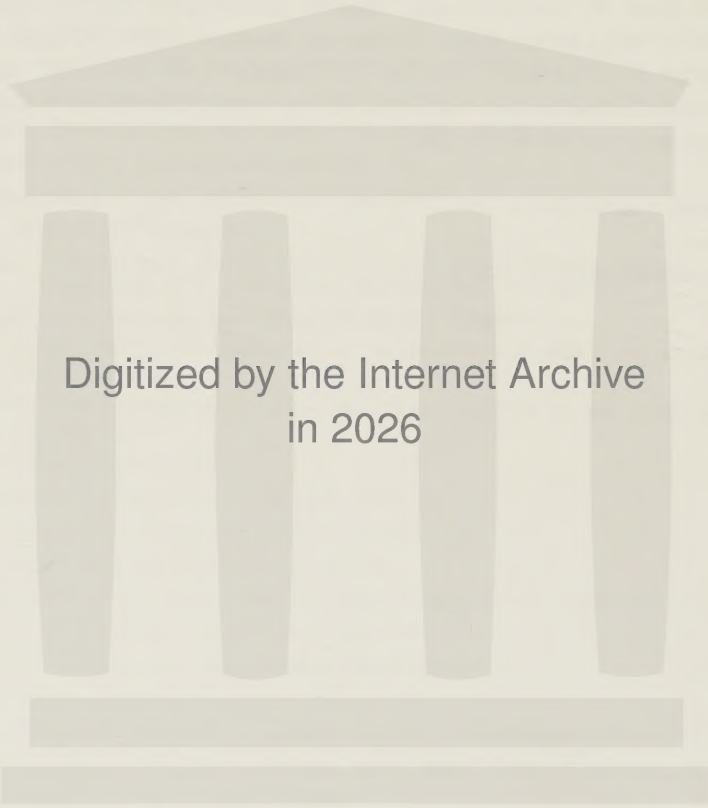
## FÖRORD

Föreliggande arbete utgör en del i Statens Medicinska Forskningsråds projekt nr B72-17X-99-08 och nr B73-17X-99-09 samt Försvarsmedicinska Forskningsdelegationens projekt nr U87/1972.

Jag önskar framföra ett tack till personalen på Öronklinikerna i Lund och Malmö för allt stöd under arbetets genomförande. Jag vill speciellt tacka doktor Wigher Mortensson, Röntgendiagnostiska avdelningen II, Lasarettet, Lund och civilingenjör Carl-Johan Lamm, Avdelningen för Matematisk statistik, Universitetet, Lund för stimulerande samarbete och värdefull hjälp.

Malmö i mars 1973

Lars Andréasson



Digitized by the Internet Archive  
in 2026

Kirurgiska ingrepp vid kronisk otit inskränkte sig fram till mitten av detta århundrade till sanerande, oftast för hörselfunktionen destruerande ingrepp. Några säkra förutsättningar för rekonstruktion av mellanörats ljudledande strukturer fanns inte. Försök att täcka trumhinneperforationen med tunna epiteltransplantat hade visserligen gjorts redan 1878 av Berthold och 1885 rapporterade Politzer att han etsade kanterna på perforationen för att åstadkomma ärrläkning av trumhinnan (citerat från Örtegren 1964 a). Resultaten av dessa åtgärder var dock som regel dåliga och för att skapa hörselförbättring kunde man ofta inte göra mera än att försöka täcka perforationerna med tillfälligt protesmaterial.

Flera samverkande faktorer öppnade väg för vad vi idag kallar modern hörselkirurgi.

1. Inom samtliga opererande discipliner hade under 1900-talet i tilltagande grad den funktionella restitutionen vid ingrepp kommit i förgrunden.
2. Tillkomsten av kemoterapeutika och antibiotika, som helt förändrade det sjukdomspanorama öronläkaren konfronterades med.
3. Tillkomsten av operationsmikroskopet, där Holmgren (1922) gjorde en pionjärinsats.

Hörselkirurgi är idag den helt dominerande delen vid operationer av mellanörat. Wullstein (1952) och Zöllner (1953) var de, som först utvecklade metoder för rekonstruktion av trumhinnan i första hand med hudtransplantat. Från den trevande början har under de 20 år som gått sedan Wullstein och Zöllner meddelade sina första resultat en våldsam utveckling ägt rum. Nya operationsmetoder och nya material har presenterats i stort antal, många har förkastats, men några har visat sig ha bestående värde. Sålunda är hudtransplantaten numera övergivna, stor enighet råder att använda bindväv som material vid trumhinneoperation och Örtegren (1958) var den förste som föreslog temporalisfascia.

För upprätthållande av normal hörselfunktion krävs bland annat att lufttrycket på ömse sidor om en intakt trumhinna är lika. En ständig gasabsorption sker från mellanörat och en ständig tendens till under-

tryck finns därför i mellanöronkaviteten. Genom att örontrumpeten återkommande öppnas vid sväljning ersätts emellertid den förlorade gasen med ny luft via tuban. Undersökningar av gasabsorption och tubarfunktion hos normalpersoner har på senare år utförts av Ingelstedt, Jonson (1966, 1967), Riu o a (1966) och Elner (1971). Av rapporterna härom framgår att den volym, som per dygn måste tillföras mellanörat via örontrumpeten uppgår till cirka 1 ml. Bristande tryckreglerande förmåga hos örontrumpeten kan leda till katarrer eller inflammationer, vars slutresultat i sin tur kan bli en kronisk otit. Det är därför rimligt att antaga att en väl fungerande örontrumpet är av avgörande vikt för resultaten vid rekonstruktiva ingrepp i mellanörat.

För att bedöma operabiliteten hos ett mellanöra har också den preoperativa tubarfunktionen undersökts i ett stort antal rapporter. Mycket varierande undersökningsmetoder av örontrumpetens tryckreglerande förmåga har därvidlag tagits i anspråk allt från Valsalvas manöver och Politzers prov (House 1960; Guilford 1963; Zöllner 1963; Lee, Schuhknecht 1971) till försök att efterlikna det fysiologiska skeendet i mellanöra-örontrumpet. En sådan "fysiologisk" mätteknik är aspirations-deflationsmetoden, det vill säga mätning av tubarfunktionen vid direkt applikation av under- eller övertryck i mellanörat vid perforerad trumhinna, först beskriven av Flisberg, Ingelstedt och Örtegren (1963 a). Denna har också använts av ett flertal författare under senare år (Miller 1965; Flisberg 1966; Siedentop o a 1968; Holmquist 1969 b; Ekvall 1970; Palva och Kärjä 1970; Sharp 1970; Niwa 1972).

Även med utnyttjande av aspirations-deflationsmetoder har i olika material tillämpats skilda trycknivåer och man har använt olika indelningsgrunder för att klassificera tubarfunktionen. Patientmaterialen har varit oenhetliga i åtskilliga rapporter därför att man inte indelat patienterna efter otitens svårighetsgrad eller tagit hänsyn till eventuell förekomst av infektion i de övre luftvägarna. De varierande undersökningsmetoderna och de oenhetliga patientmaterialen innebär därför att direkta inbördes jämförelser mellan olika rapporter inte är möjliga. Situationen förbättras inte av att det dessutom råder stor oenighet beträffande betydelsen av den preoperativa tubarfunktionen och därmed det kliniska värdet av att överhuvudtaget

undersöka denna. House (1960), Guilford (1963), House och Sheehy (1963), Wullstein (1963), Zöllner (1963), Brown Farrior (1965) och Flisberg (1966) tillhör dem, som betonat vikten av att man preoperativt bedömer örontrumpeten. Miller och Bilodeau (1967), Holmquist (1968), MacKinnon (1970), Niwa (1972) och Siedentop (1972) har preoperativt undersökt örontrumpetens funktion och korrelerat denna till operationsresultaten. Man fann att dessa var bättre vid god än vid dålig tubarfunktion. Å andra sidan har några författare på senare tid t ex Ekvall (1970), Sharp (1970) och Smyth o a (1971) framfört åsikten att preoperativ undersökning av örontrumpeten inte är av så stort värde ur prognostisk synpunkt, eftersom en dåligt fungerande örontrumpet oftast är orsakad av granulationsvävnad eller sammanväxningar i tubans aurala del, vilket lätt kan upptäckas och avhjälpas vid operationen.

Hittills synes någon systematisk analys av alla kända tubarfunktions-tester på ett enhetligt patientmaterial icke ha publicerats. En sådan analys borde ha goda förutsättningar att värdera olika metoder inbördes med utgångspunkt från erhållna tubarfunktionsresultat hos normalpersoner. Olika metoders värde i kliniska sammanhang skulle därefter kunna avgöras.

Kronisk otit är intimt förknippad med pneumatisationsrubbing i temporalbenet. Diamant (1940) visade att det förelåg signifikanta skillnader i ytutbredningen av cellsystemet hos patienter över 10 års ålder mätt med planimeter på röntgenbild av örat mellan normala öron ( $12,04 \text{ cm}^2$ ), öron med kronisk slemhinneotit ( $3,81 \text{ cm}^2$ ) och kronisk benotit ( $1,79 \text{ cm}^2$ ). Den kroniska otiten är en sjukdom, som engagerar slemhinnorna inom hela den funktionella enheten, d v s mellanöra, cellsystem och örontrumpet. Vid denna sjukdom är tubarfunktionen ofta dålig och cellsystemen små, vilket visats av Holmquist (1970) och Siedentop (1972) med den av Diamant beskrivna metoden. Åsikterna går dock isär mellan dessa författare om ett litet cellsystem har någon prognostisk betydelse vid hörselförbättrande ingrepp. Således anser Holmquist att prognosen för läkning är bättre vid stora än vid små cellsystem, medan Siedentop inte kan finna någon sådan skillnad.

En direkt volumetrisk bestämning av örats luftförande hålrum vid perforerad trumhinna beskrevs av Flisberg, Ingelstedt och Örtegren

(1963 b). Jämförelse mellan röntgenbildens yta och den uppmätta volymen har gjorts av Flisberg och Zsigmond (1965). Härvid fann man att cellsystemets storlek mätt både med ytbestämning och volymbestämning var betydligt mindre vid kronisk otit än i normalfall. Ingelstedt o a (1967) rapporterade två väsentliga felfaktorer vid direkt volumetrisk bestämning, nämligen risk för kuffglidning i hörselgången och volymändringar i örats slemhinnor.

Någon direkt jämförande undersökning mellan tubarfunktion, cellsystemets volym och planimetriska utbredning på röntgenbild har dock inte tidigare beskrivits. En jämförelse av volym-yta med tubarfunktion borde såvida korrelation finnes mellan dessa faktorer, underlätta för operatören vid val av kirurgisk teknik och postoperativ behandling.

Holmquist (1968) undersökte vid kronisk slemhinneotit hur graden av hörselskada mätt som luft-benledningsdiastas, var korrelerad till tubarfunktionen, men fann ingen skillnad vid god och dålig tubarfunktion.

## SYFTET MED UNDERSÖKNINGARNA

Avsikten med föreliggande undersökningar är att utreda om preoperativa analyser av tubarfunktion och mellanörats volym-yta behövs och kan ge operatören någon vägledning vid handläggning av kronisk slemhinneotit. De divergerande åsikterna beträffande undersökningarnas värde är motiv nog för fortsatt utredning. Utan några på objektiv grund baserade funktionsundersökningar synes det vara ofrånkomligt att operatören många gånger frestas handla intuitivt. Utan adekvata funktionsvärden preoperativt synes också analyser och värderingar av uppnådda resultat vara omöjliga att göra. Arbetet är därför upplagt som ett led i en långtidsundersökning, som pågår i Lund och Malmö, av öron med kronisk otit med central perforation. Samtliga öron ingående i materialet opereras för närvarande oberoende av undersökningsresultaten. De preoperativa undersökningarna kommer i ett senare arbete att korreleras till operationsresultaten. Följande frågor kommer främst att behandlas:

1. Vilka undersökningar är mest tillförlitliga för klinisk bedömning av tubarfunktionen vid kronisk slemhinneotit?
2. I vilken utsträckning är tubarfunktionen reducerad vid kronisk slemhinneotit jämfört med ett normalmaterial?
3. Vilka felfaktorer är väsentliga vid volymbestämmingar?
4. Är volym- och ytvariationer i örats cellsystem korrelerade till tubarfunktionen?
5. Är graden av hörselskada i örat korrelerad till tubarfunktionen?
6. Kan en enkel klinisk apparatur för bestämning av tubarfunktion och volym med ledning av svaren på 1) och 3) utformas?

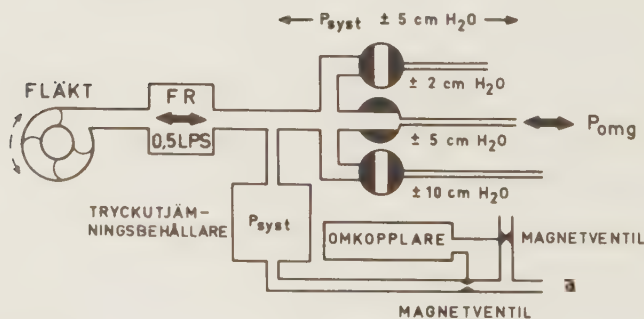
## METODER

### Mätmetoder och apparatur

För kvantitativa studier av örontrumpetens tryckreglerande förmåga, volymen av örats slutna luftförande hålrum samt öronslemhinnornas volymvariationer, vilka baseras på anbringande av kända under- respektive övertryck i mellanörat,  $P_m$ , i rhinofarynx,  $P_{rh}$ , samt i omgivningen,  $P_{omg}$ , användes följande apparatur.

#### Anbringande av tryck i mellanörat

Tryckhållningssystemet i figur 1 har använts för att anbringa definierade under- eller övertryck i örat. Apparaturen består av en fläkt och en flödesregulator, FR, tidigare beskriven av Jonson (1969), vilken trots variationer i fläktens producerade under- eller övertryck avger ett konstant flöde av 0,5 liter/sek (LPS). Genom seriekoppling med någon av de tre kapillärerna, öppna till atmosfärtryck erhålles ett konstant under- eller övertryck i systemet av 2, 5 eller 10 cm  $H_2O$ . Detta,  $P_{syst}$ , inkopplas till mellanörat vid a. Tryckstabiliteten vid olika tryck uppgår till  $\pm 2\%$ .



Figur 1: Apparatur för anbringande av konstanta tryck i mellanörat

### Anbringande av rhinofarynxtryck

För anbringande av graderade konstanta rhinofarynxtryck har använts en apparatur beskriven av Ingelstedt och Örtegren (1963). Trycket,  $P_{rh}$ , registreras vid denna undersökning liksom vid Toynbee's prov och Valsalvas manöver med en trycktransducer EMT 35 (Siemens Elema AB).

Data EMT 35: Tryckområde  $\pm 400$  cm  $H_2O$ . Max linjäritetsfel  $< 2$  % inom tryckområdet.

### Anbringande av omgivningstryck

Vid ändringar i omgivningstryck,  $P_{omg}$ , för studier av volymvariationer i öronslemhinnorna, har undersökningarna utförts i tryckkammare, tidigare beskriven av Ingelstedt o a (1967) vartill hänvisas. Trycket i kammaren,  $P_k$ , registreras med en trycktransducer EMT 33 (Siemens Elema AB).

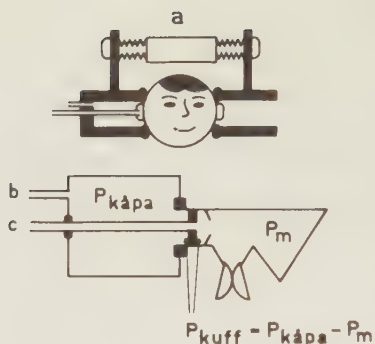
Data EMT 33: Tryckområde  $\pm 40$  cm  $H_2O$ . Max linjäritetsfel  $< 2$  % inom tryckområdet.

### Kuffsystem

För att förbinda mätutrustning med mellanöra har använts ett kuffsystem tidigare beskrivet av Ingelstedt o a (1967). Detta består av en polyetylenkateter 54 cm lång och med 1,2 mm inre diameter försedd med en svampgummiskiva av 3 mm tjocklek och med individuellt avpassad diameter (5-10 mm). Kuffsystemet införes i inre beniga delen av hörselgången och fixeras absolut tätt med silikonsalva.

### Öronkåpor

För att eliminera tryckbelastning över hörselgångskuffen vid volymbestämningar och vid undersökning i tryckkammare har två plastkåpor fastspänts lufttätt runt försökspersonens ytteröron, figur 2.



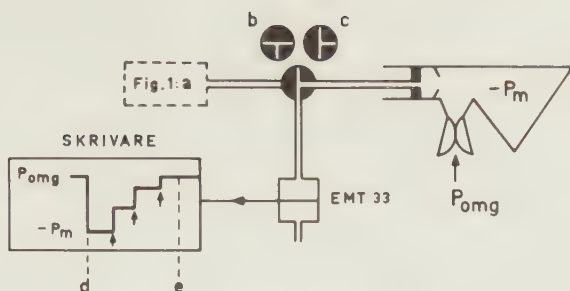
Figur 2: Utrustning med öronkåpor. a ställbar fixeringsanordning

Genom kåpan över testörat löper katetern lufttätt, c figur 2. Genom att vid b anbringa samma tryck i kåpan,  $P_{kåpa}$ , som i örat,  $P_m$ , erhålles likstort tryck på kuffens in- och utsida,  $P_{kuff}$ , och därmed förhindras eventuell glidning eller formförändring av denna.

För kvantitativ bestämning av örontrumpetens tryckreglerande funktion har två mätmetoder använts. Dessa är baserade på registrering av ändringen i mellanörontrycket respektive volymen av den luftmängd som passerar via örontrumpeten vid sväljning.

#### Apparatur för mätning av mellanörontryck

Metoden har tidigare beskrivits av Flisberg o a (1963 a). Medelst kuffsystemet förbindes hörselgången med en trycktransducer EMT 33 (Siemens Elema AB) och via trumhinneperforationen erhålles direkt möjlighet att mäta mellanörontrycket, figur 3. Med trevägskranen i position b anbringas önskad tryck,  $P_m$ , från tryckhållningssystemet, figur 1:a. Kranen ändras till position c, varvid mellanörontrycket endast påverkas då örontrumpeten öppnas.



Figur 3: Apparatur för mätning av mellanöröntryck.  
Pilarna markerar sväljning.

Mätsystemets volym i position c, figur 3: 1 ml.

Data EMT 33: Tryckområde  $\pm 40$  cm H<sub>2</sub>O. Max linjäritetsfel <2 % inom tryckområdet. Volym: 0,5 ml. Tryckmembranets deviation 0,05  $\mu$ l/cm H<sub>2</sub>O. Skrivare: Mingograf E800 (Siemens Elema AB).

Kalibrering av transducer med testtrycken +5 och +10 cm H<sub>2</sub>O utföres före och efter varje försök och kontrolleras med en liggande spritmanometer.

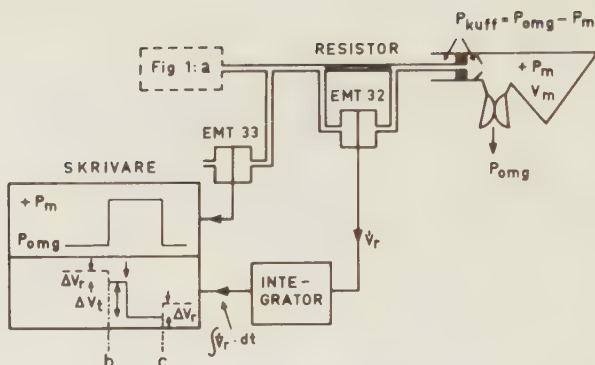
Avläsningsnoggrannhet: 1 cm H<sub>2</sub>O  $\pm$ 5 %.

#### Apparatur för mätning av luftvolym som passerar örontrumpeten

##### "Passer-volymmetoden"

Denna metod har tidigare beskrivits av Rundcrantz (1969), vartill hänvisas för detaljerade data.

Mätprincipen baseras på att hörselgången står i förbindelse med omgivningstrycket,  $P_{omg}$ , via en flödesmätare och ett tryckhållningssystem, figur 4. Den luftvolym, som passerar örontrumpet och resistor,  $V_t=V_r$ , vid tubarpassage uppmätes av flödes-volymmätaren och registreras.



Figur 4: Apparat för passer-volymmetoden och för volymbestämning av örats luftförande hålrum. Pil utmärker sväljning.

Flödesmätaren består av en kapillär resistor över vilken tryckfallet mätes med en differentialtrycktransducer, EMT 32 (Siemens Elema AB). Det uppmätta flödet,  $\dot{V}_r$ , integreras med avseende på tiden,  $\int \dot{V}_r \cdot dt$ , vilket anger volymen luft, som passerar resistorn. Utrustningen är ansluten till tryckhållningssystemet, figur 1:a. Trycket i mellanörä-mätsystem mätes med trycktransducer EMT 33 (Siemens Elema AB). Mellanörörontrycket,  $P_m$ , och passervolymen via örönrumpeten,  $\Delta V_t$ , registreras på en mingograf, E800 (Siemens Elema AB). Kalibrering av flödes-volymutrustningen utföres före och efter varje försök med en lufttät spruta som ger testvolymerna 10 och 20  $\mu l$ . Sprutans avläsningsnoggrannhet: 1  $\mu l \pm 10\%$ . Data och kalibrering av EMT 33: se sidan 15.

#### Apparat för $V_m$ -bestämning utan tryck över hörselgångskuffen

Vid dessa undersökningar har apparaturen i figur 4 och 2 kombinerats. Appliceras ett övertryck,  $\Delta P_m$ , till örat + mätsystem strömmar luft in i systemet via resistorn,  $\Delta V_r$ . Detta  $\Delta V_r$  kan uppdelas i två fraktioner:

- Örat
- Mätsystemet

Då volymen av mätsystemet är känd kan gaskompression i detta beräknas, 5  $\mu l/cm H_2O$ .  $\Delta V_r$  för örat kan herefter isoleras. Detta korrigerade  $\Delta V_r$  används för  $V_m$ -beräkning med Boyle's lag.

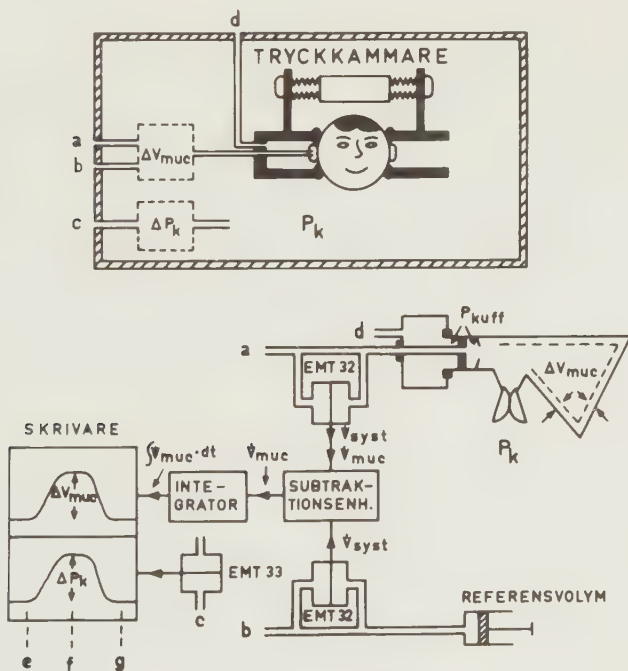
För att eliminera tryckskillnad över kuffen har kåporna enligt figur 2 använts. En transducer mäter eventuellt läckage från kåpan  $P_{kuff} = P_{kåpa} - P_m$ . Utrustning, data och kalibrering är i övrigt identiska med apparaturen i figur 4.

### Vm-bestämning med tryckskillnad över hörselgångskuffen

Vid denna undersökning har apparaturen i figur 4 använts.

### Apparatur för mätning av volymvariationer i örats slemhinnor, $\Delta V_{muc}$

För mätning av öronslemhinnornas volym-tryckförhållande,  $\Delta V_{muc}/\Delta P_{muc}$ , har en metodik, som utarbetats i samarbete med A Ivarsson och Ö Tjernström, Öronkliniken Malmö, använts, figur 5.



Figur 5: Apparatur för mätning av volymvariationer i örats slemhinnor,  $\Delta V_{muc}$ . Upptill visas schematiskt en undersökningssituation och nedtill komponenterna i apparaturen.

Genom att ändra trycket i tryckkammaren,  $\Delta P_k$ , kring försökspersonen medan trycket i det undersökta örat hålles vid konstant atmosfärtryck, kan slemhinnornas volymvariationer,  $\Delta V_{muc}$ , vid skilda tryck på kroppen registreras. Apparaturen består av två identiska flödesmätare och en subtraktionsenhet, varigenom det flöde,  $\dot{V}_{syst}$ , som orsakas av tryckpåverkan på katetersystemen kan elimineras. På detta sätt erhålles en isolerad registrering av slemhinnornas volymvariationer,  $\Delta V_{muc}$  som funktion av  $\Delta P_k$ . För att undvika kuffglidning användes plastkåporna i figur 2. För detaljerad apparaturbeskrivning hänvisas till Elner o a (1971 a).

#### Apparatur för $V_m$ -bestämning utan tryckskillnad över kuff och slemhinnor

Vid detta förfarande, som utarbetats i samarbete med A Ivarsson och Ö Tjernström, Öronkliniken Malmö, har samma apparatur, som i figur 5 använts, men mellanörat står i förbindelse med kammartrycket,  $P_k$ . Genom att samtidigt höja trycket i kammaren och mellanörat elimineras tryckskillnad över slemhinnor och kuff. Referenssystemet är inställt på 0,3 ml motsvarande hörselgångsvolymer mellan kuff och trumhinneplan. Flödet, som åstadkommes av gaskompression i referenssystemet, motsvarar det flöde, som bildas i mätsystem och hörselgång, och genom subtraktionsenheten erhålles en isolerad registrering av flödet erforderligt för gaskompression i örat. Detta integreras med tiden, varvid volymändringen  $\Delta V_m$  i örat vid den registrerade tryckändringen,  $\Delta P_m$ , erhålles. Ur dessa värden kan  $V_m$  beräknas med Boyle's lag.

#### Planimetrisk ytberäkning av cellsystem

Utbredningen av cellsystemet har mätts på röntgenbilder av örat enligt Runström projektion II med stereoteknik (1933). Film-fokusavstånd 90 cm. I ett fåtal fall har endast en av stereobilderna kunnat utnyttjas, då bilder med svårdefinierade gränser av cellsystemet ej medtagits i undersökningen. Ytan har bestämts planimetriskt enligt Diamant (1940). För varje bild anges ytan som medelvärde av 3-4 mätningar och för varje cellsystem som medelvärde av dess yta på de två stereobilderna. Standardavvikelsen för 3-4 olika mätningar av samma uppritade bild skattades till  $0,19 \text{ cm}^2$  vid 52 skilda observationer = 2,7 % av medelvärdet. Standardavvikelsen för mätning av två olika stereobilder

skattades till  $0,37 \text{ cm}^2 = 4,9 \%$  av hela materialets medelvärde. Till skillnad från Diamants beskrivning har antrum medtagits vid mätningarna då det ofta är svårt att avgränsa denna struktur.

### Hörselundersökning

Hörselmätningar har utförts rutinmässigt på samtliga fall. Luftledningen var kalibrerad enligt ISO standard 1964 och benledningen för ett normalmaterial. Luft-benledningsdiastasen har använts vid jämförelserna med tubarfunktionen. Endast ensidiga hörselnedsättningar har medtagits då maskeringsproblem vid dubbelsidiga hörselnedsättningar ger osäkra hörtröskelvärden. Luft-benledningsdiastasen har jämförts vid skilda benledningströsklar, 0-10, 10-20 och >20 decibel inom varje frekvensområde, 500, 1000 och 2000 Hz och tubarfunktionsgrupp.

## TUBARFUNKTIONSBESTÄMNING (KAPITEL I)

### T i d i g a r e m e t o d e r

Örontrumpeten har sedan gammalt tillskrivits tre funktioner, nämligen en tryckreglerande, en dränerande och en ljudskyddande funktion. Vid kronisk otit är det framför allt den tryckreglerande funktionen som bör undersökas. Endast metoder som registrerar luftpassage via örontrumpeten kommer att diskuteras. En rad olika metoder för att erhålla och påvisa sådan tubarpassage har beskrivits. Detaljerade redovisningar av dessa har gjorts av bl a Ingelstedt och Örtegren (1963) och Flisberg (1966). Författaren kommer att begränsa framställningen till öron med trumhinneperforation.

För att åstadkomma luftpassage genom örontrumpeten under öppning fordras att en tryckdifferens skapas mellan rhinofarynx och mellanöra. Denna tryckdifferens kan man erhålla antingen genom att applicera under- eller övertryck i rhinofarynx (A) eller i mellanörat (B). Denna skapade tryckdifferens kan därefter utjämnas via örontrumpeten, antingen genom aktiv öppning vid sväljning eller genom passiv force-ring.

#### A. Under- eller övertryck i rhinofarynx

##### Valsalvas manöver

Valsalva beskrev 1704 det förfaringssätt som består i att man med stängd näsa och mun höjer trycket i rhinofarynx för att kunna pressa ut luft i mellanörat, då tuban passivt öppnas.

##### Politzers prov

Politzer införde 1863 en metod för att åstadkomma tubarpassage. En gummiballong försedd med näsoliv anbringas lufttätt mot den ena näsöppningen, medan den andra näsöppningen komprimeras. Genom att hastigt trycka på ballongen samtidigt som försökspersonen sväljer, höjs trycket kraftigt i rhinofarynx, varvid luft passerar till mellanörat via örontrumpeten.

## Toynbee's prov

Toynbee beskrev 1853 att man vid sväljning med näsan slutet erfor lockkänsla för öronen. Man erhåller en positiv och negativ tryckvåg i rhinofarynx, varvid en eller bådaddera kan fortplantas till örat då örontrumpeten öppnas vid sväljning.

## Graderat konstant tryck i rhinofarynx

Ingelstedt och Örtegren (1963) konstruerade en apparatur, som med hjälp av en fläkt gav ett önskat graderat konstant negativt eller positivt tryck i rhinofarynx, vilket vid sväljning fortplantas till mellanörat.

## B. Under- eller övertryck i mellanörat

Via en kateter som anslutes lufttätt i hörselgången med en kuff kan under- eller övertryck skapas direkt till mellanörat via trumhinneperforationen. Detta förfarande vid tubarfunktionsmätning beskrevs av Flisberg o a (1963 a) och benämndes aspirations- respektive deflationsmetoden som senare har använts av många andra författare t ex Miller (1965), Bortnick (1966), Riu o a (1966), Holmquist (1968), Siedentop o a (1968), Ekvall (1970), MacKinnon (1970), Sharp (1970) och Niwa (1972).

## Registrering av luftpassage via örontrumpeten

Luftpassage kan antingen indirekt registreras som en tryckändring i det slutna mellanörat, tryckmätningssmetoden, eller direkt volymmätas.

## Tryckmätningssmetoden

För att mäta tryckändringen i mellanörat vid fall med perforerad trumhinna använde Politzer (1861) en vattenmanometer lufttätt ansluten till hörselgången. Liknande metoder har beskrivits av Wojatschek (1908), Terkildsen (1956) och Sharp (1970). En modern metod för att påvisa tryckändringen är att utnyttja tryckgivare (Juganov 1960), vilket numera är det gängse tillvägagångssättet.

## Mätning av passerad volym

För mätning av luftpassage genom örontrumpeten beskrevs en flödes-

mätare av Ingelstedt och Örtegren (1963). Den bestod av en kapillär resistor över vilken tryckfallet under flöde registrerades. Genom att lufttätt ansluta apparaten i hörselgången via en kateter med kuff indikerade denna ett flöde, då örontrumpeten öppnades vid sväljning. Flisberg (1966) kunde genom att integrera flödet med den tid örontrumpeten varit öppen direkt bestämma volymen av den luft som passerat. Denna metod har således fördelen av ett direkt kvantitativt mått på funktionen. Rundcrantz (1969) använde sig av en modifikation av Flisbergs metod för att studera kroppslägets inverkan på tubarfunktionen, "passer-volymmetoden". Genom att kombinera tryck- och flödesmätning kunde Flisberg (1966) beräkna flödesmotståndet i örontrumpeten efter formeln

$$R = \frac{P_t}{\dot{V}_t}$$

R uttrycker flödesmotståndet i cm H<sub>2</sub>O/ml/sek, P<sub>t</sub> tryckdifferensen över örontrumpeten i cm H<sub>2</sub>O och  $\dot{V}_t$  flödeshastigheten via örontrumpeten i ml/sek. Med denna metod kunde Flisberg studera hur olika under- respektive övertryck påverkade flödesmotståndet i örontrumpeten.

## S y f t e

Många olika prov och metoder har använts vid kronisk otit för att utreda tubarfunktionen. De mest använda världen över synes vara Valsalvas manöver och Politzers prov, vilka är enklast att utföra. På senare år har applikation av tryck direkt i mellanörat vid perforerad trumhinna kommit till användning. Tryckmättnings- och passer-volymmetoderna har inneburit större tillförlitlighet för att värdera rubbningar i örontrumpetens funktion. Bristerna i hittillsvarande undersökningar hänförs sig framför allt till att patientmaterialet ej alltid klart definierats, att öron med dålig tubarfunktion ej kontrollundersökts i samtliga fall samt att alla nu tillgängliga prov ej tillämpats på en och samma individ. Syftet med den föreliggande undersökningen har sålunda varit att på ett väldefinierat patientmaterial utnyttja de olika metoderna och jämföra resultaten med ett normalmaterial, som undersökts under liknande försöksbetingelser, Elner o a (1971 b), och att med utgångspunkt från resultaten utvärdera de lämpligaste kliniska tubarfunktionsproven.

## E g n a   u n d e r s ö k n i n g a r

För kvantitativ bestämning av örontrumpetens tryckreglerande funktion har använts två olika mätmetoder. Dessa är baserade på registrering av ändringen i mellanörontrycket respektive volymen av luftmängden, som passerar via örontrumpeten vid sväljning. Vid båda metoderna användes kända under- eller övertryck i örat. Vid mellanörontrycksmätning utgör det eventuella resttryck, som kvarstår i mellanörat efter ett konstant antal sväljningar, ett mått på örontrumpetens funktionsnedsättning. Vid passer-volymmetoden registreras dels antalet lyckade passager och dels volymen av passerad luft för att bedöma tubarfunktionen. För detaljerad genomgång av mätapparaturen hänvisas till metodkapitlet.

Genom att använda båda metoderna vid samma initiala trycknivå i mellanörat kunde författaren få direkt jämförbara mätresultat. Passer-volymmetoden möjliggör att trycket kan hållas konstant i mellanörat trots tubaröppning, medan vid tryckmätningssförfarandet detta stegvis faller vid varje lyckad tubaröppning. Detta medför att passer-volymmetoden kan användas för att direkt jämföra olika trycknivåers betydelse för tubarpassage. Vidare anbringas mellanörontrycket vid passer-volymmetoden intermittent för varje sväljning, medan öronslemhinnorna belastas med tryck i upptill 3 minuter vid tryckmätningssmetoden, vilket ger möjligheter att undersöka om durationen av mellanörontrycket inverkar på slemhinnornas blodfyllnad.

## U n d e r s ö k n i n g s g å n g

En kateter försedd med kuff av passande storlek anbringades i hörselgången under operationsmikroskop. Kuffen infördes i inre beniga delen av hörselgången, så nära trumhinneplanet som möjligt för att förhindra rörelseoskärpa vid käkrörelser, dock utan att framkalla smärta. Därefter tätades hörselgången med silikonsalva och lufttätheten i systemet kontrollerades. Katetern anslöts först till apparaturen för passer-volymmätning och därefter till tryckmätningssapparaturen. Volymbestämningar av örats slutna luftförande hålrum utfördes både i början och i slutet av undersökningens gång. Patienten fick alltid svälja med cirka 15 sekunders intervall och svälja "torrt" eller med vatten efter

önskan. Undersökningen varade i genomsnitt 1,5-2 timmar, varvid de olika proven utfördes i sittande ställning och i följande ordning:

#### 1. Politzers prov

Detta prov utfördes alltid först för att konstatera om något absolut hinder fanns i örontrumpeten och för att rensa denna från eventuell sekretplugg. Registrering skedde med passer-volymmetoden, figur 4, varvid indikerades passage men ej volym, då denna brukade vara för stor för att med säkerhet registreras av apparaturen.

#### 2. Toynbee's prov

Näskaviteten stod via en kateter i förbindelse med en transducer som registrerade rhinofarynxtrycket. Vid tubaröppning registrerades med passer-volymmetoden den volym luft som passerade tuban, figur 4. Toynbee's prov utfördes minst 5 gånger.

#### 3. Anbringande av konstanta tryck till mellanörat trots tubarpassage

Undersökningen skedde vid mellanörastryck av  $\pm 2$ ,  $\pm 5$  och  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O. Trycket tillfördes intermittent till mellanörat under 5-10 sekunder via ventiler, figur 1, varefter patienten fick svälja, figur 4. Vid b applicerades ett övertryck, Pm, vilket medförde en gaskompression  $\Delta V_r$  i öra + mätsystem. Patienten fick därefter svälja, markerat med pil, och passer-volymen,  $\Delta V_t$  i  $\mu l$  registrerades. Vid c återställdes trycket till omgivningstryck. Undersökningen utfördes 10 gånger vid varje trycknivå.

#### 4. Graderat konstant tryck i rhinofarynx

Patienten fick hålla en näsmask, som stod i förbindelse med tryckalstraren, lufttätt ansluten över näsan. Vid sväljning öppnades en magnetventil till tryckalstraren och ett graderat konstant tryck erhöles i rhinofarynx. Undersökningen skedde vid  $\pm 10$ ,  $\pm 25$  cm H<sub>2</sub>O. Tubarpassage registrerades med passer-volymmetoden, figur 4. Sväljning skedde 10 gånger vid varje trycknivå.

#### 5. Valsalvas manöver

Patienten instruerades noggrant om tillvägagångssättet och fick sedan utföra Valsalvas manöver med samtidig registrering av rhinofarynxtryck,

och eventuell tubarpassage indikerades med passer-volymmetoden, figur 4. Det tryck som rådde i rhinofarynx då örontrumpeten öppnade sig registrerades (forceringstrycket).

## 6. Anbringande av konstant utgångstryck

Patienten kopplades till apparaturen för tryckmätning i mellanörat, figur 3. Undersökningen skedde vid  $\pm 5$  och  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O. Med trevägs-kranen i position b anbringades ett undertryck vid d i mellanörat, Pm. Kranen ändrades därefter till läge c och patienten uppmanades svälja upprepade gånger, se pilarna, under högst 3 minuter. Patienten fick svälja tills tryckdifferensen helt ekvilibrerats vid e eller högst 10 gånger varvid eventuellt resttryck noterades. Undersökningen skedde minst två gånger vid samma initiala trycknivå.

## M a t e r i a l

Materialet utgöres av 132 öron med central trumhinneperforation hos 126 patienter, 64 kvinnor och 62 män. Hos 3 kvinnor och 3 män utfördes undersökningarna på båda öronen. Åldersfördelning och indelning i övrigt framgår av tabell I.

| Ålder  | A   | B  | C | Summa |
|--------|-----|----|---|-------|
| 8-10   | 5   |    |   | 5     |
| 11-20  | 15  | 3  | 1 | 19    |
| 21-30  | 27  | 6  | 2 | 35    |
| 31-40  | 10  | 9  | 3 | 22    |
| 41-50  | 20  | 2  | 1 | 23    |
| 51-60  | 20  | 1  | 2 | 23    |
| 61-70  | 5   |    |   | 5     |
| Totalt | 102 | 21 | 9 | 132   |

Tabell I: Åldersfördelning och övrig indelning av materialet

- A. Kronisk slemhinneotit med central perforation
- B. Kronisk slemhinneotit opererad med uppmejsling
- C. Traumatisk trumhinneperforation

Durationen av den kroniska otiten var 1-55 år. Nio öron hade traumatiska perforationer, medan 123 öron representerade kronisk otit. Av dessa hade 21 tidigare opererats med uppmejsling, eventuellt kombinerat med attico-antrotomi. En förutsättning för undersökningen var att öronen hade varit torra i minst 2 månader. Patienten fick inte heller visa några tecken på övre luftvägsinfektion. Ett rutinemässigt öron-näs-halsstatus, mikroskopisk inspektion av örat och hörselprov med tonaudiogram utfördes på samtliga patienter. Endast öron med klart centrala perforationer har medtagits och kolesteatom har inte observerats i något öra vid den mikroskopiska undersökningen. Alla öron (39) med dålig tubarfunktion, grupp III-IV, figur 6, undersöktes vid två skilda tillfällen med 2-6 veckors intervall. Även några öron (16) med god funktion, grupp I-II, dubbelundersöktes. I resultaten har vid olik utfall av tubarfunktionsgrupp den bästa redovisats.

## R e s u l t a t

### Tryckmätningssmetoden

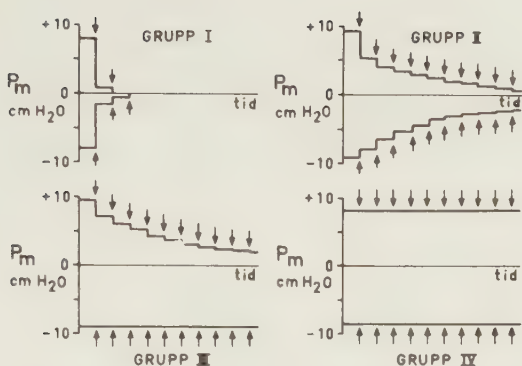
För att klassificera örontrumpetens ekvibreringsförmåga indelades materialet i 4 grupper enligt Elners o a (1971 b) indelning av ett normalmaterial efter dess förmåga att ekvibrera ett relativt över- respektive undertryck av  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O i mellanörat vid högst 10 sväljningar.

Grupp I: Ekvibrerar både över- och undertryck fullständigt utan resttryck.

Grupp II: Ekvibrerar över- och undertryck men med resttryck upp till 9 cm H<sub>2</sub>O.

Grupp III: Ekvibrerar övertryck med eller utan resttryck, men kan inte alls ekvibrera undertryck.

Grupp IV: Ekvibrerar vare sig över- eller undertryck.



Figur 6: Tubarfunktionsgruppindelning efter förmåga att ekvibrera över- och undertryck av +10 respektive -10 cm H<sub>2</sub>O i mellanörat. Pilarna utmärker sväljning.

Av tabell II framgår fördelningen på tubarfunktionsgrupper av föreliggande material efter förmågan att ekvibrera ett initialt anbringat tryck av  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O.

| Grupp  | Antal | %    |
|--------|-------|------|
| I      | 75    | 57   |
| II     | 18    | 13,5 |
| III    | 14    | 10,5 |
| IV     | 25    | 19   |
| Totalt | 132   | 100  |

Tabell II: Tubarfunktionsgruppindelning enligt tryckmätningssmetoden.

Undersökning vid  $\pm 5$  cm H<sub>2</sub>O gav resultat som samtliga utom 2 överensstämde med dem vid  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O. Tre öron hade öppetstående örontrumpet,

men dessa tillhörde vid undersökning i liggande, då örontrumpeten stängdes, tubarfunktionsgrupp I.

Tubarfunktionsresultaten i tabell III indelades i 3 olika kategorier enligt materialet tabell I.

| Tubar-<br>funktions-<br>grupp | A     |       | B     |       | C     |       |
|-------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|                               | Antal | %     | Antal | %     | Antal | %     |
| I (75)                        | 58    | 56,9  | 11    | 52,4  | 6     | 66,7  |
| II (18)                       | 14    | 13,7  | 3     | 14,3  | 1     | 11,1  |
| III (14)                      | 9     | 8,8   | 3     | 14,3  | 2     | 22,2  |
| IV (25)                       | 21    | 20,6  | 4     | 19,0  | 0     | 0     |
| Totalt                        | 102   | 100,0 | 21    | 100,0 | 9     | 100,0 |

Tabell III: Indelning i tubarfunktionsgrupper vid

A: kronisk otit, icke opererade öron

B: kronisk otit, opererade öron

C: traumatisk trumhinneperforation

Resultaten visade ingen signifikant skillnad (metod D, statistisk kommentar) mellan indelning i tubarfunktionsgrupp för öron av kategori A, B och C, varför de i fortsättningen presenteras sammanslagna.

Vid dubbelundersökningar tillhörde 76 % (42/55) oförändrad tubarfunktionsgrupp medan 20 % (11/55) ändrades till närliggande grupp och 4 % (2/55) ändrades från grupp IV till grupp II. Väsentlig ändring skedde i 13 % (7/55), då 5 ur grupp III och 2 ur grupp IV ändrades till grupp II, d v s från upphävd till positiv aspirationsförmåga. Av 6 öron i grupp I ändrades ett till närliggande grupp.

I 5 fall där patienterna spontant angav symtom på övre luftvägsinfektion undersöktes med avsikt vid två tillfällen, dels under pågående infektion och dels i infektionsfritt skede. Vid infektion tillhörde ett öra grupp II, tre öron grupp III och ett grupp IV. Utan infektion tillhörde samtliga grupp I.

## Passer-volymmetoden

Tubarfunktionen mättes dels genom registrering av antalet ekvilibreringsringar, dels genom volymregistrering av varje enskild ekvilibreringsring. Resultaten av antalet lyckade ekvilibreringsringar indikerat med passer-volymmetoden jämfördes med gruppindelningen enligt tryckmätningssmetoden (tabell IV och figur 7, 8).

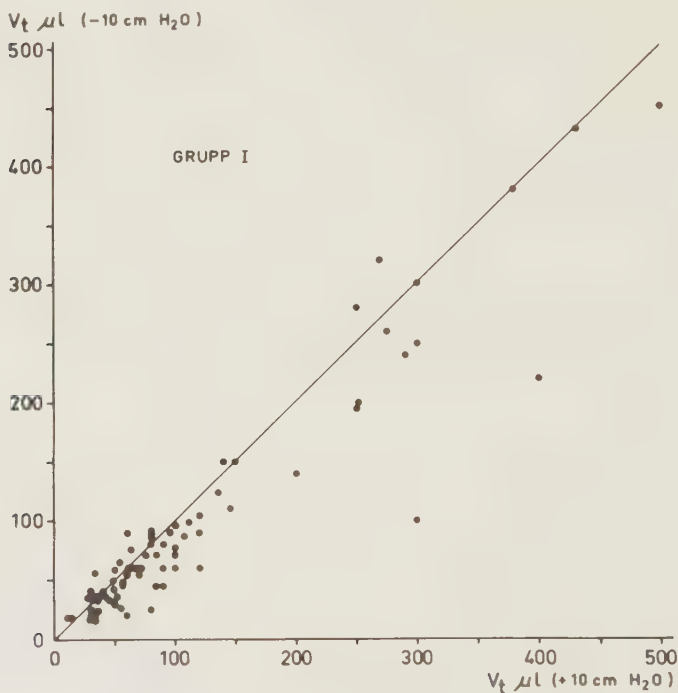
| Tubarfunktionsgrupp | Passer-volymindikering vid               |    |                         |    |
|---------------------|------------------------------------------|----|-------------------------|----|
|                     | +10 cm H <sub>2</sub> O                  |    | -10 cm H <sub>2</sub> O |    |
|                     | Antal ekvilibreringar per 10 sväljningar |    |                         |    |
|                     | >5                                       | ≤5 | >5                      | ≤5 |
| I (75)              | 73                                       | 2  | 59                      | 16 |
| II (18)             | 14                                       | 4  | 11                      | 7  |
| III (14)            | 6                                        | 7  | 0                       | 3  |
| IV (25)             | 3                                        | 2  | 0                       | 2  |

Tabell IV: Jämförelse mellan antal tubarpassager mätt med passer-volymmetoden och gruppindelning enligt tryckmätningssmetoden.

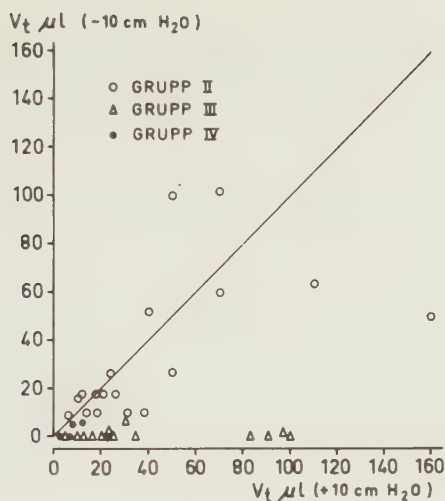
Av tabell IV framgår att ekvilibreringsringar sker oftare vid undersökning med positiva än negativa tryck i mellanörat. Vidare framgår att resultaten av passer-volymmetoden väl följer indelningen i tubarfunktionsgrupper enligt tryckmätningssmetoden med några undantag. Passer-volym erhålles således i tubarfunktionsgrupp IV vid positiva mellanöröntryck i 5 öron, där enligt tryckmätningssmetoden ingen passage registreras. De 2 öron, där passage registrerades vid -10 cm H<sub>2</sub>O hade också registrerbar passage vid +10 cm H<sub>2</sub>O. I grupp III finner man motsvarande skillnad i 3 öron vid -10 cm H<sub>2</sub>O. Endast i 1 fall i grupp III är förhållandet det motsatta, d v s att passage registreras via tuban med tryckmätningssmetoden, men inte med passer-volymmetoden.

Medelvärde av passerad volym undersökt vid  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O i tubarfunktionsgrupp I vid 10 sväljningar framgår av figur 7 och motsvarande resultat för tubarfunktionsgrupperna II, III och IV av figur 8. Det föreligger stor variationsbredd inom grupp I 12-500  $\mu$ l vid +10 cm

H<sub>2</sub>O och 16-450  $\mu$ l -10 cm H<sub>2</sub>O. Medianen för medelpassagen var i det första fallen 80  $\mu$ l och i det andra 62  $\mu$ l. För tubarfunktionsgrupp II är motsvarande variationsbredd 6-160  $\mu$ l vid +10 och 8-104  $\mu$ l vid -10 cm H<sub>2</sub>O. Motsvarande median är 32  $\mu$ l respektive 18  $\mu$ l. I tubarfunktionsgrupp III är variationsbredden vid +10 cm H<sub>2</sub>O 5-100  $\mu$ l och medianen 25  $\mu$ l. I det fåtal fall inom grupp III med negativa tryck och grupp IV där passer-volym förelegat är dessa mycket små 3-23  $\mu$ l vid +10 och 1-8  $\mu$ l vid -10 cm H<sub>2</sub>O.



Figur 7: Medelvärden av tubarpassagerna i tubarfunktionsgrupp I, prövat vid 10 sväljningar vid  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O i mellanörat. Linjen markerar likstor medelvolym.



Figur 8: Motsvarande medelvärde, som i figur 7 i tubarfunktionsgrupperna II, III och IV.

Diagrammen i figur 7 och 8 är konstruerade så att om medelpasser-volymer vid positiva och negativa tryck i mellanörat vore lika skulle relationen exakt följa linjen. De flesta resultaten ligger till höger om linjen, vilket visar att medelpasser-volymer oftast är större vid positiva än vid negativa tryck, vilket överensstämmer med vad Elner o a (1971 b) fann vid undersökning av normala öron.

Passer-volymmetoden användes vid skilda tryck i mellanörat. Både antal passager och volymen av dessa registrerades. Antal fall med 1-10 lyckade ekvibreringar vid varje trycknivå framgår av tabell V.

| Tubarpassage under<br>10 ekv-försök | Mellanöröntryck i cm H <sub>2</sub> O |    |     |    |    |     |
|-------------------------------------|---------------------------------------|----|-----|----|----|-----|
|                                     | +2                                    | +5 | +10 | -2 | -5 | -10 |
| Pos fall/132 i %                    | 59                                    | 75 | 84  | 56 | 69 | 74  |

Tabell V: Antal fall med tubarpassage i procent av samtliga testade vid olika tryck i mellanörat.

Passage av luft förekommer något oftare vid positiva än vid negativa tryck. Storleken av passervolymerna vid  $\pm 2$  och  $\pm 5$  cm H<sub>2</sub>O visade liknande spridning som vid  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O i figur 7 och 8, men var genomgående mindre.

Politzers prov utföll positivt i samtliga fall. Någon ockluderad örontrumpet fanns således inte bland de undersökta öronen.

Toynbee's prov utfördes på 129 öron. Det var positivt i 60 % av totalantalet undersökta och resultaten överensstämde väl med indelningen i tubarfunktionsgrupp, vilket framgår av tabell VI. I Elners o a normalmaterial förelåg passage i 79 % av totalmaterialet. Likartad fördelning inom tubarfunktionsgrupp förelåg i båda materialen.

| Tubarfunktions-<br>grupp | Positivt Toynbee's prov |     |    |                     |     |    |
|--------------------------|-------------------------|-----|----|---------------------|-----|----|
|                          | Författarens material   |     |    | Elners o a material |     |    |
|                          | Antal                   | Pos | %  | Antal               | Pos | %  |
| I                        | 72                      | 68  | 94 | 69                  | 67  | 97 |
| II                       | 18                      | 7   | 39 | 18                  | 7   | 39 |
| III                      | 14                      | 2   | 14 | 2                   | 0   | 0  |
| IV                       | 25                      | 0   | 0  | 5                   | 0   | 0  |
| Totalt                   | 129                     | 77  | 60 | 94                  | 74  | 79 |

Tabell VI: Positivt Toynbee's prov i relation till tubarfunktionsgrupp i ett patologiskt och normalt material.

Samtidig tryckmätning i rhinofarynx visade i 95 % en bi- eller polyfasisk tryckkurva och endast i 5 % förelåg negativ tryckvåg enbart. De positiva trycken varierade mellan +1 och +20 cm H<sub>2</sub>O, i medeltal +5 cm H<sub>2</sub>O, och de negativa mellan -1 och -34 cm H<sub>2</sub>O, i medeltal -14 cm H<sub>2</sub>O. Rhinofarynxtrycken vid negativt Toynbee's prov skilde sig vanligen inte från dessa värden. I 4 fall var tryckändringen dock ringa och svår att registrera och någon tubarpassage förelåg ej. Två av dessa tillhörde tubarfunktionsgrupp I.

Tubarpassage vid mätningar med graderade konstanta tryck i rhinofarynx framgår av tabell VII.

| Tubarfunktions-<br>grupp | Graderade konstanta tryck i rhinofarynx |     |    |                         |    |                         |     |    |  |
|--------------------------|-----------------------------------------|-----|----|-------------------------|----|-------------------------|-----|----|--|
|                          | Författarens material                   |     |    |                         |    | Elners o a material     |     |    |  |
|                          | +10 cm H <sub>2</sub> O                 |     |    | -10 cm H <sub>2</sub> O |    | +10 cm H <sub>2</sub> O |     |    |  |
|                          | Antal                                   | Pos | %  | Pos                     | %  | Antal                   | Pos | %  |  |
| I                        | 70 <sup>a</sup>                         | 69  | 99 | 63                      | 93 | 52                      | 50  | 96 |  |
| II                       | 18                                      | 13  | 72 | 8                       | 44 | 16                      | 11  | 69 |  |
| III                      | 13                                      | 10  | 77 | 3                       | 23 | 2                       | 0   | 0  |  |
| IV                       | 23                                      | 1   | 4  | 0                       | 0  | 3                       | 0   | 0  |  |
| Totalt                   | 124                                     | 93  | 75 | 74                      | 61 | 73                      | 61  | 84 |  |

Tabell VII: Tubarpassage vid graderade konstanta tryck i rhinofarynx i relation till tubarfunktionsgrupp i ett patologiskt och normalt material. a 68 öron vid mätning med -10 cm H<sub>2</sub>O.

I det aktuella materialet fortleddes positiva tryck från rhinofarynx oftare än negativa, 75 respektive 61 %. Elners o a fann inte detta. Jämförelser mellan de båda materialen av förmågan att fortleda trycken från rhinofarynx inom tubarfunktionsgrupp I och II visar goda likheter. I tubarfunktionsgrupp III fann inte Elners något öra med passage men antalet undersökta patienter var endast två, vilket bidrar till osäkerheten i jämförelserna. I författarens material förelåg passage i 77 % vid +10 cm H<sub>2</sub>O och 23 % vid -10 cm H<sub>2</sub>O. Undersökning av passageförmågan vid  $\pm 25$  cm H<sub>2</sub>O medförde passage i ytterligare 12 öron vid +25 och 4 öron vid -25 cm H<sub>2</sub>O.

Av tabell VIII framgår resultaten vid Valsalvas manöver i de båda materialen. Passage erhöles i 70 % av totalantalet i författarens material mot 86 % i Elners o a material. Valsalvas manöver visar inte samma goda överensstämmelse med tubarfunktionen i något av materialen. Trots dålig tubarfunktion i grupp III och IV i det aktuella materialet föreligger passage i 79 % respektive 40 %.

| Tubarfunktions-<br>grupp | Positiv Valsalvas manöver |     |    |                     |     |     |
|--------------------------|---------------------------|-----|----|---------------------|-----|-----|
|                          | Författarens material     |     |    | Elners o a material |     |     |
|                          | Antal                     | Pos | %  | Antal               | Pos | %   |
| I                        | 69                        | 55  | 80 | 73                  | 63  | 86  |
| II                       | 18                        | 12  | 67 | 21                  | 16  | 76  |
| III                      | 14                        | 11  | 79 | 2                   | 2   | 100 |
| IV                       | 25                        | 10  | 40 | 5                   | 5   | 100 |
| Totalt                   | 126                       | 88  | 70 | 101                 | 86  | 86  |

Tabell VIII: Positiv Valsalvas manöver i relation till tubarfunktionsgrupp i ett normalt och patologiskt material.

Genom samtidig mätning av rhinofarynxtryck och indikering av passage kunde man bestämma det rhinofarynxtryck, som var erforderligt för att passivt forcera tuban. Vid positiv Valsalvas manöver varierade forcingstrycken mellan 30-102 cm H<sub>2</sub>O, i medeltal 52 cm H<sub>2</sub>O och vid negativt utfall varierade de maximalt uppmätta rhinofarynxtrycken mellan 26-212 cm H<sub>2</sub>O, i medeltal 62 cm H<sub>2</sub>O.

## D i s k u s s i o n

### Trycknivå och duration

Vid undersökning av örontrumpetens tryckreglerande förmåga bör trycknivåns storlek i mellanörat utredas. Hos normala individer ekvilibrerar örontrumpeten tryckdifferenser mellan 0-5 cm H<sub>2</sub>O (Zöllner 1942; van Dishoeck 1947; Thomsen 1957 b; Ingelstedt, Jonson 1966, 1967; Riu o a 1966; Elners 1971; Siedentop 1972). Undersökning vid låga tryckdifferenser (<5 cm H<sub>2</sub>O) ställer sig dock svår genomförbara i praktiskt kliniskt arbete.

I Elners o a (1971 b) undersökningar av 102 normalfall användes  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O vid mätningarna. Man fann att 93 % kunde ekvilibra dessa tryck. I den föreliggande undersökningen valde författaren samma trycknivå,  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O, främst för att kunna göra direkta jämförelser mellan det egna patientmaterialet och normalpersonerna i Elners o a

material. För att utröna hur olika trycknivåer i mellanörat påverkar tubarpassagen undersöktes materialet med passer-volymmetoden även vid  $\pm 2$  och  $\pm 5$  cm H<sub>2</sub>O, tabell V. Av denna framgår att antalet fall med tubarpassage ökade med stigande tryckdifferenser över örontrumpeten. Flisberg (1966) visade att applikation av negativa tryck större än -10 cm H<sub>2</sub>O i örat gav ökat flödesmotstånd i örontrumpeten. Detta kan bero på ökad blodfyllnad i örats slemhinnor. Ett stöd för denna uppfattning gavs av Rundcrantz (1969), som på sittande patienter undersökte tubarfunktionen vid olika kontrollerade tryck i vena jugularis interna. Han fann att passer-volymernas storlek reducerades kraftigt redan vid måttlig halsvenkompression och tolkade detta som effekten av venös stas i slemhinnorna. En god trycknivå för bedömning av tubarfunktion bör således vara  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O i mellanörat.

Undersökning vid höga trycknivåer i rhinofarynx,  $\pm 25$  cm H<sub>2</sub>O, medförde i det aktuella materialet passage i ytterligare några fall jämfört med  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O. Det ökade antalet fall med tubarpassage vid den högre trycknivån tillhörde framför allt grupp III och IV, men testning vid denna trycknivå måste anses ofysiologisk vid gradering av tubarfunktionen och gav inga fördelar jämfört med Politzers prov. Vid Politzers prov och Valsalvas manöver erhöles högre tryck i rhinofarynx vilka var svåra att kontrollera. Proven är dock enkla att utföra och har praktisk betydelse för planeringen av den postoperativa tryckregleringen.

Författaren ansåg det väsentligt att utreda huruvida ekvibreringsförmågan påverkas av den tid under vilken ett pålagt tryck av  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O inverkar på slemhinnorna i mellanörat. Flisberg (1966) kunde nämligen visa att total blockering av örontrumpeten inträder efter 25 minuter vid -30 cm H<sub>2</sub>O trots sväljning var 5:e minut. Vid tryckmätningssmetoden inverkar trycket på slemhinnorna i högst 3 minuter, medan mätning med passer-volymmetoden endast ger momentan tryckpåverkan. Av tabell IV framgår att luftpassage påvisades med passer-volymmetoden i grupp III och IV i tre respektive fem fall, där enligt tryckmätningssförfarandet ingen passage förelåg. Detta kan tolkas så att tryck, anbringat i mellanörat även under så kort tid som använts vid tryckmätningssförfarandet, inverkar på graden av blodfyllnad i slemhinnorna, vilket i sin tur påverkar tubarpassagen. Mättekniska omständigheter kan också ha bidragit till skillnaderna. Passer-volymerna

var nämligen vid samtliga dessa fall mycket små, se figur 8, vid negativa mellanörontryck 1-8  $\mu$ l och vid positiva 3-23  $\mu$ l. Passer-volym av 1  $\mu$ l ger vid en sammanlagd volym av mellanöra-cellsystem-mätapparat på 5 ml blott en tryckändring av 0,2 cm H<sub>2</sub>O. I tre av fallen i tubarfunktionsgrupp III talar de skilda resultaten för att passer-volymmetoden är känsligare. I 5/132 öron (4 %), tre i grupp III och två i grupp IV, hade skillnaderna direkt betydelse, då dessa öron uppvisade aspirationsförmåga vid passer-volymmetoden men inte vid tryckmättningsförfarandet. I övriga 127/132 öron (96 %) förelåg ingen eller obetydlig skillnad i mätresultaten mellan metoderna.

Passer-volymmetoden ger ett direkt mått på mängden passerad luft. Tryckmättningsmetoden ger ett motsvarande indirekt mått, då stor passer-volym ger kraftig trycksänkning i det slutna mellanörat. Variationsbredden av passer-volymernas medelvärden i tubarfunktionsgrupp I är stor, se figur 7. God överensstämmelse mellan de två metoderna råder dock då fall med stora passer-volymer helt kan ekvibrera tryckskillnaden vid 1-3 sväljningar, medan fall med mindre passer-volym kräver fler ekvibreringar för att nå samma resultat. Liknande paralleller råder inom de övriga tubarfunktionsgrupperna. Jämförelse mellan tryckmättningsförfarandet och passer-volymmetoden visar sålunda överensstämmelse i 96 %, förutsatt att man använder de trycknivåer och den duration av undersökningen som författaren utnyttjat. Passer-volymmetoden är relativt invecklad men känslig och är därför väl lämpad för vetenskapligt bruk. Tryckmättningsmetoden är enklare, vilket är viktigt ur praktisk klinisk synpunkt.

#### Tubarfunktionen jämförd mellan normala och patologiska material

Tidigare författare, som studerat fall med kronisk otit, har undersökt ett relativt fåtal friska öron. Miller (1965) hade en kontrollgrupp på 17 personer med traumatisk perforation eller med plaströr insatt genom trumhinnan. Flisberg (1966) undersökte 36 friska öron via en paracentesöppning och Siedentop o a (1968) 5 personer med plaströr i trumhinnan. I samtliga dessa fall fann man perfekt aspirationsförmåga, det vill säga samtliga tillhörde tubarfunktionsgrupp I enligt författarens indelning.

Direkta jämförelser av samma prov kunde göras mellan ett normalt

(Elners o a 1971 b) och det aktuella materialet då gruppindelningen var enhetlig. Elners o a undersökning gjordes på normala öron med hel trumhinna genom att registrera trumhinnans volymavvikelse från normalpositionen vid tryckändringar i örat med en speciell apparatur. Resultaten framgår av tabell IX.

| Tubarfunktions-<br>grupp | Kronisk otit          |               | Normalfall          |     |
|--------------------------|-----------------------|---------------|---------------------|-----|
|                          | Författarens<br>Antal | material<br>% | Elners o a<br>Antal | %   |
| I                        | 75                    | 57            | 74                  | 72  |
| II                       | 18                    | 13,5          | 21                  | 21  |
| III                      | 14                    | 10,5          | 2                   | 2   |
| IV                       | 25                    | 19            | 5                   | 5   |
| Totalt                   | 132                   | 100           | 102                 | 100 |

Tabell IX: Fördelning på olika tubarfunktionsgrupper av fall med kronisk otit i relation till ett normalmaterial.

Fördelningen på tubarfunktionsgrupper är signifikant (+++) skild i författarens och Elners o a material (metod D, statistisk kommentar). Man finner en ökad andel öron i grupperna III och IV vid kronisk otit jämfört med normalmaterialet. Skillnaden mellan de båda materialen var dock inte så stora som man kunde vänta sig med tanke på andra författares resultat av mätningar vid kronisk otit. Den främsta orsaken torde ligga i urvalet av patienter i det aktuella materialet, t ex uteslutning av fall med infekterade öron eller pågående övre luftvägsinfektion, men också valet av tryckdifferensens storlek och undersökningens duration spelar roll. I det föreliggande materialet hade sålunda 70,5 % fullgod eller acceptabel tubarfunktion (grupp I+II).

I det aktuella materialet var Politzers prov positivt i 100 % och Flisberg fann i sina undersökningar på 96 öron, negativt resultat endast i ett fall. Detta visar att örontrumpeten ytterst sällan är totaloblitererad vid kronisk slemhinneotit. Positivt Toynbee's prov förekom oftare i normalmaterialet, 79 %, än i det aktuella, 60 %.

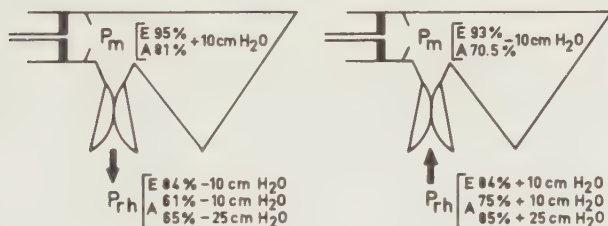
Någon skillnad i fördelning av positivt prov inom tubarfunktionsgrupp förelåg dock inte. Tidigare undersökningar av normalmaterial gav positivt Toynbee's prov i 70 % (Zöllner 1942), i 72 % av 80 öron (Thomsen 1957a) och i 83 % av 36 öron (Flisberg 1966), medan motsvarande värde vid kronisk otit var 31 % av 96 öron (Flisberg 1966). Toynbee's prov har ej redovisats av övriga undersökare i tabell X. Resultaten av de publicerade undersökningarna vid normala öron och vid kronisk otit visar att variationerna mellan patologiska material är betydligt mera uttalade än mellan normalmaterial. Det är därför rimligt antaga att dessa skillnader framför allt beror på urvalet av patienter i de olika undersökningarna. Zöllner och Elnor o a angav att positivt Toynbee's prov nästan alltid är liktydigt med normalt fungerande örontrumpet och för praktiskt bruk bör detta även gälla vid kronisk otit. Föreligger passage vid Toynbee's prov behövs ingen aspirationsundersökning, vilket avsevärt förkortar tiden för undersökningen, men utfaller Toynbee's prov negativt måste aspirationsundersökning utföras, då det stundom för öron inom grupp I och II inte föreligger någon passage vid Toynbee's prov trots god aspirationsförmåga.

Vid undersökning med graderade konstanta tryck i rhinofarynx förelåg vid kronisk otit klara skillnader mellan positiva och negativa tryck, tabell VII. Passage erhöles lättare vid positiva än vid negativa trycknivåer i rhinofarynx för grupp III-IV och detta förstärktes ytterligare vid högre tryck  $\pm 25$  cm H<sub>2</sub>O. Några sådana skillnader fann inte Elnor o a i normalmaterialet, medan Flisberg (1966) påpekade detta. Övriga författare i tabell X har inte undersökt med graderade konstanta tryck i rhinofarynx. I normalmaterialet överensstämmer resultaten väl med indelningen i tubarfunktionsgrupper, men i det aktuella materialet avviker resultaten från denna, speciellt inom grupp III. Undersökningen kräver en mycket god medverkan av patienten, bl a att hålla näsmasken tätt. Detta medför svårigheter, speciellt vid undersökning av barn. Metoden är mer apparatkrävande och för praktiskt kliniskt bruk otymplig och inte nödvändig.

Positiv Valsalvas manöver visade både i normalfall och vid kronisk otit dålig överensstämmelse med tubarfunktionsgrupperna, se tabell VIII.

I flertalet fall med negativt utfall låg medeltrycket inom rhinofarynx högre än vid positivt resultat. Undersökningen har stort värde för att fastslå om patienten kan tryckreglera sitt öra postoperativt, men har i tidigare undersökningar endast redovisats av Miller (1965) och Sharp (1970). De fann positiv Valsalvas manöver i 50 % (av 14 öron) respektive 52,5 % (av 40 öron) jämfört med 70 % (av 129 öron) i det aktuella materialet.

Luftpassage via örontrumpeten från mellanörat vid sväljning kan åstadkommas antingen med relativt övertryck i örat eller relativt undertryck i rhinofarynx, medan motsvarande passage till mellanörat kan ske vid undertryck i örat eller övertryck i rhinofarynx. I figur 9 har författaren åskådliggjort detta på två mellanöronmodeller och jämfört förmågan till tubarpassage i de olika situationerna med Elners o a normalmaterial.



Figur 9: Jämförelser av ekvibreringsförmåga till och från mellanörat i ett normalt och patologiskt material. Obs att Elners o a undersökning utfördes vid hel trumhinna.

E: Elners o a resultat.  
A: Andréassons resultat.

Vid övertryck i örat av +10 cm H<sub>2</sub>O förelåg i normalmaterialet passage i 95 % jämfört med 81 % i det aktuella materialet. Vid relativt undertryck i rhinofarynx av -10 cm H<sub>2</sub>O fann Elners o a passage i 84 % av totalmaterialet, medan det i föreliggande material endast förekom passage i 61 %. Vid relativt undertryck i örat av -10 cm H<sub>2</sub>O var motsvarande siffror 93 % respektive 70,5 % och vid relativt övertryck i rhinofarynx av +10 cm H<sub>2</sub>O 84 % respektive 75 %. I den

aktuella undersökningen användes även högre rhinofarynxtryck, varvid skillnaderna i passageförmågan ytterligare markerades mellan positiva och negativa tryck i rhinofarynx, 85 % vid +25 cm H<sub>2</sub>O och 65 % vid -25 cm H<sub>2</sub>O. Det är således inte förmågan till tubarpassage i någon bestämd riktning, som främst drabbas, utan skillnaderna framkommer om man använder relativt under- eller övertryck. Det förelåg sämre resultat vid testning med negativa tryck vare sig man applicerade dessa i örat eller i rhinofarynx. Detta torde bero på att vid kronisk otit är slemhinnor och mukoperiost i mellanöra samt slemhinnor och submukosa i ör trumpet mer vaskulariserade, vilket visats av Schuhknecht och Kerr (1967). Effekten av negativt tryck kan därför genom ytterligare ökad blodfyllnad i slemhinnorna snabbt minska förmågan till tubarpassage. Resonemanget ger stöd för den tidigare hävdade åsikten att man bör använda låga trycknivåer och kort duration vid testning av tubarfunktionen.

| Undersökning                      | Antal fall | Positiv aspiration % | Antal sväljn. | Tryckdiff. cm H <sub>2</sub> O |
|-----------------------------------|------------|----------------------|---------------|--------------------------------|
| Miller (1965) <sup>a</sup>        | 54         | 59                   | 1-36          | 25                             |
| Flisberg (1966)                   | 96         | 42                   | ej angett     | 2-40                           |
| Miller, Bilodeau (1967)           | 91         | 63                   | ej angett     | 2,5-25                         |
| Siedentop o a (1968) <sup>a</sup> | 144        | 44                   | 1->6          | 25                             |
| Holmquist (1969 a)                | 217        | 48                   | ej angett     | 20                             |
| Ekvall (1970) <sup>b</sup>        | 21         | 38                   | ≥10           | 2-50                           |
| Sharp (1970)                      | 40         | 7,5                  | 1-30          | 10-30                          |
| Andréasson (1973) <sup>c</sup>    | 132        | 70,5                 | 1-10          | 10                             |

Tabell X: Jämförelse mellan olika material med kronisk slemhinneotit beträffande aspirationsförmåga, antal sväljningar och tryckdifferenser.

- a) öron med normal slemhinna ur ett större material.
- b) öron med central perforation utan brott i hörselbenskedjan ur ett större material.
- c) I materialet ingår 9 fall med traumatisk trumhinneperforation.

Jämförelser med tidigare undersökningar ställer sig svåra främst p g a att man använt varierande initiala tryckdifferenser, skilda accepterade resttryck och olika antal sväljningar, vilket medfört

skilda indelningsgrunder. Tidigare publicerade material jämförda med det aktuella presenteras därför i tabellform, varvid hänsyn tagits till ovan nämnda skillnader. Med "positiv aspiration" menas öron som tillhör tubarfunktionsgrupp I och II enligt indelningen i föreliggande undersökning.

Av tabell X framgår stora skillnader i resultaten. I det aktuella materialet finner man 70,5 % med positiv aspirationsförmåga, vilket visar att tubarfunktionen vid torra öron ej är så dålig som tidigare undersökare ansett. I det föreliggande materialet har vid dubbelundersökning den bästa tubarfunktionen angivits. Om de sämsta resultaten använts skulle gruppen med positiv aspirationsförmåga blivit 64,5 %, det vill säga bättre funktion än i något av de jämförda materialen. De sämre resultaten i de övriga materialen kan vara orsakade av brister i undersökningsmetoder eller skillnader i patienturval och ej enbart av reellt nedsatt tubarfunktion. Samtliga i tabell X refererade undersökare har använt tryckmätningsskallmetoden och då denna användes är det av stor vikt att apparatens volym inte är alltför stor i förhållande till mellanöra-cellsystem. Om apparatvolymen p g a vida slangförbindelser, t ex Foleykateter, är stor, blir ändringen av trycket i mellanöra-mätapparat betydligt mindre än vid liten apparatvolym trots att tubarpassagen är exakt densamma. Foley-kateter har använts av bl a Miller, Miller och Bilodeau, Siedentop o a och Sharp. Volymen i den av författaren använda apparaturen uppgår inklusive kateter blott till 1 ml. Transducermembranets deviation bör inte vara av den storleksordningen att volymen av mellanöra-mätsystem påverkas vid ekvibrering. Den är i den använda apparaturen 0,05  $\mu\text{l}/\text{cm H}_2\text{O}$ .

Rundcrantz visade 1969 att kroppsläget har stor betydelse för tubarfunktionen. Han kunde visa att volymerna vid tubarpassage hos personer tillhörande grupp I reducerades till 1/3 i liggande jämfört med undersökning i sittande. Det är således av vikt att undersökningarna sker på ett enhetligt sätt, vilket tidigare också har angivits av Flisberg, Holmquist, Ekvall, medan övriga undersökare i tabell X inte nämnt någonting om kroppsläget.

I samtliga andra undersökares material har använts högre negativa mellanöronstryck och i några fall fler sväljningar än i det aktuella

materialet, vilket medför längre duration av undersökningen. Detta kan vara en av de väsentliga förklaringarna till de skilda resultaten i tabell X.

En annan mycket väsentlig orsak till nedsatt tubarfunktion är graden av pågående slemhinneinflammation i mellanörat vid tubarfunktionsprövning. Miller (1965) fann statistiskt signifikant sämre tubarfunktion vid öron med "diseased mucosa", det vill säga fall med tjock vulstig mellanöronslemhinna, polypösa förändringar och granulationer. Han fann också att tubarfunktionen förbättrades efter behandling med antibiotika. I föreliggande undersökning hade författaren som krav att öronen skulle ha varit stabilt torra i två månader före undersökningen. I tabell III har grupp B p g a flytning opererats med uppmejsling. Något ingrepp mot örontrumpetens aurala del har inte utförts. Fallen har preoperativt varit av typen "diseased mucosa". Efter det sanerande ingreppet har dessa öron hållit sig torra och någon säker funktionsnedsättning jämfört med grupp A har inte kunnat konstateras. Detta talar för att tvåseanceförfarandet är av värde vid hörselförbättrande operationer på rinnande öron.

Dubbelundersökningar visade att endast i 7/55 öron (13 %) ändrade sig funktionen väsentligt, medan det i 87 % inte förelåg någon större diskrepans mellan undersökningarna. Detta understryker att dålig tubarfunktion är konstant.

Miller (1965) dubbelundersökte 21 öron med normal mucosa och Holmquist (1969b) 85 öron. De fann god överensstämmelse i 71 % respektive 80 %. På fem öron i det aktuella materialet undersöktes tubarfunktionen vid lindriga symtom på övre luftvägsinfektion. Då dessa öron senare undersöktes med patienten infektionsfri framkom den markanta nedsättning i ekvibreringsförmåga som en övre luftvägsinfektion medför. Även om örat inte uppvisar infektionstecken är det alltså av stor vikt att patienten är fri från övre luftvägsinfektion såväl vid undersökningen som i det postoperativa förloppet.

## Tidigare undersökningar och metoder

Det är väl känt att cellsystemets storlek och form varierar hos öron-friska personer (Diamant 1940). Man är även allmänt överens om att kronisk otit är intimt förknippad med små cellsystem (Heine 1904; Cheatle 1906; Wittmaack 1918; Albrecht 1924 a, b; Diamant 1940; Opheim 1941; Flisberg, Zsigmond 1965; Holmquist 1970; Siedentop 1972; m fl). Asikterna har däremot gått starkt isär när det gäller den väsentliga frågan, om ett kongenitalt litet cellsystem lätt blir säte för kronisk otit eller om otiter i tidig spädbarnsålder "hämmar" utvecklingen av cellsystemet, vilket sedan "sekundärt" blir kroniskt inflammerat. En lång rad arbeten om dessa frågor har publicerats av vilka här endast skall nämnas några viktiga. Mera detaljerade litteraturgenomgångar har gjorts av t ex Diamant (1952) och Günnel (1957).

### Faktorer avgörande för cellsystemets storlek

Wittmaack (1918) hävdade att epitelet i slemhinnorna aktivt utvecklar cellsystemet och att infektioner intrauterint eller strax efter födelsen minskar denna förmåga hos slemhinnan. Albrecht (1924 a, b) och Schwarz (1929) angav också att slemhinnan har förmåga att utveckla cellsystemet, men att främst ärftliga faktorer avgör graden av utveckling. Tumarkin (1957) stödde Wittmaacks teori om infektiösa processers "hämmande inverkan" på cellsystemets utveckling och utsträckt tiden för denna till cirka 15 års ålder. Även långdragna kroniska otiter kunde enligt Tumarkin successivt minska cellsystemet p g a skleros.

En annan åsikt hävdades av t ex Eckert-Möbius (1937), Rüedi (1937) och Günnel (1957), vilka menade att cellsystemets utveckling huvudsakligen styrs av faktorer i benvävnaden. Som avgörande för cellsystemets storlek angav därvid Rüedi ärftlig påverkan, Eckert-Möbius anförde både exogena och endogena faktorer och Günnel hävdade framförallt upprepade infektioner.

## Bestämning av cellsystemets storlek

Före 1940 hade bedömningen av cellsystemets storlek skett genom makro- och mikroskopiska undersökningar av temporalben från avlidna eller genom skattning av cellsystemets utbredning på röntgenbilder. Nämda år introducerade Diamant en planimetrisk bestämningsmetod av cellsystemets utbredning på röntgenbild (projektion II enligt Runström, 1933). Metoden gör det möjligt att uttrycka cellsystemets utbredning numeriskt och tillåter därmed en noggrannare klassificering av och jämförelse mellan utbredningen av olika cellsystem. Diamant publicerade undersökningar på stora material av såväl normalpersoner som av patienter med kronisk otit. På grundval av dessa omfattande forskningsresultat framförde Diamant 1940 åsikten att cellsystemets storlek framför allt styrs av genetiska faktorer. Omgivningsfaktorer, menade Diamant (1952) kan ha en viss inverkan och då främst under fosterstadiet. Små cellsystem är mera vulnerabla än normalstora och blir lättare säte för kronisk otit. Dessa åsikter överensstämde väl med de som framförts av Heine (1904), Cheatle (1906) och Mouret (1913).

## Tubarfunktion och cellsystemet

På senare år har man på olika håll börjat intressera sig för hur cellsystemets storlek förhåller sig till tubarfunktionen och om cellsystemets yta på röntgenbild mätt med Diamants metod, kan ge någon prognostisk vägledning vid trumhinneplastik. Holmquist (1970) fann i ett material av 88 öron med kronisk slemhinneotit "normal tubarfunktion", d v s fullständig ekvibrering vid testning med  $-20 \text{ cm H}_2\text{O}$ , i 19 % vid cellsystemsytan  $0-4,9 \text{ cm}^2$  och i 64 % vid cellsystemsytan  $\geq 10 \text{ cm}^2$ . Siedentop fann i ett material av 63 öron en cellsystemsyta  $\geq 10 \text{ cm}^2$  i 67 % och motsvarande yta  $0-4,9 \text{ cm}^2$  i 24 % hos öron med fullständig ekvibreringsförmåga av  $-25 \text{ cm H}_2\text{O}$ . Motsvarande resultat för öron med upphävd aspirationsförmåga var  $\geq 10 \text{ cm}^2$  i 9 % och  $0-4,9 \text{ cm}^2$  i 41 %. I Siedentops material ingick både öron med kronisk slemhinneotit och kronisk benotit med kolesteatom, medan Holmquists material endast innehöll fall av kronisk slemhinneotit. Trots något skilda indelningsgrunder visar båda undersökningarna liknande resultat.

Holmquist och Siedentop erhöll dock divergerande resultat när det gällde läkningsresultaten av trumhinneplastik på öron med små cell-

system. Således fann Holmquist i en undersökning 2 år postoperativt av 89 öron 71 % inläkning vid cellsystem  $\geq 10 \text{ cm}^2$ , men bara 22 % vid cellsystem 0-4,9  $\text{cm}^2$ . Siedentop fann med motsvarande indelning i en undersökning av 30 öron 1-4 år postoperativt god inläkning i 88 % respektive 82 %.

### Volymbestämmning av örats slutna luftförande hålrum

Med hjälp av en direkt volumetrisk metod vid perforerad trumhinna kunde Flisberg o a (1963 b) beräkna den fungerande volymen av örats luftförande hålrum, d v s de hålrum som står i fri luftkontakt med varandra inom mellanöra, antrum och cellsystem. Man använde en mätapparat, som kopplades lufttätt till hörselgången, varvid mellanöra-cellsystem-mätapparat bildade ett slutet luftförande system. Genom att ändra den okända volymen av systemet med en känd volym och mäta den resulterande tryckändringen beräknades volymen av hela systemet med Boyle's gaslag. Man korrigerade för volymen av apparaturen och den del av hörselgången som begränsas av trumhinneplanet och hörselgångskuffen, vilket gav det sökta volymvärdet. Riu o a (1966) har i sina undersökningar använt samma metodik.

Flisberg och Zsigmond (1965) jämförde volymen av örats luftförande hålrum med ytan av cellsystemet på röntgenbild, mätt enligt Diamant och fann ett linjärt förhållande.

### Felkällor vid volymmätning

Vid mätningar enligt Flisberg o a appliceras negativa tryck till mellanörat vilket kan öka blodfyllnaden i slemhinnorna, slemhinnefaktorn. Detta kan medföra fel i volymbestämmningen, som Flisberg o a inte beaktade. Ingelstedt o a (1967) studerade denna faktor genom att åstadkomma en tryckskillnad över slemhinnorna,  $\Delta P_{\text{muc}}$ . De valde att öka ventrycket i vena jugularis interna och registrerade en volymökning av örats slemhinnor som funktion av ventrycket (två normala öron, två med kronisk otit). Samma förhållande antogs gälla då  $\Delta P_{\text{muc}}$  skapades genom direkt tryckapplikation i örat. Korrektion för slemhinnefaktorn är således en förutsättning för att erhålla mera korrekta resultat vid volymbestämmning, framför allt vid mätning av små mellanöronvolymmer.

I samma artikel påpekade Ingelstedt o a risken för glidning och formförändring av hörselgångskuffen då volymbestämmningarna sker med tryckskillnad över kuffen. Denna kuff-faktor kan medföra stora fel i volymbestämmningen.

## S y f t e

För att möjliggöra en korrekt volymbestämmning med en metod baserad på Boyle's lag måste en analys av slemhinnefaktorn och kuff-faktorn utföras. Författaren avsåg därjämte att undersöka huruvida ytan och volymen var korrelerade till varandra respektive till graden av funktionsnedsättning i örontrumpeten.

## E g n a   u n d e r s ö k n i n g a r

### Princip

I detta arbete använde författaren liksom Flisberg o a (1963 b) en förenkling av Boyle's lag vid volymläkningen av örats slutna luftförande hålrum.

$$V_m = \frac{\Delta V_m \times P_{m_d}}{\Delta P_{m_d}}$$

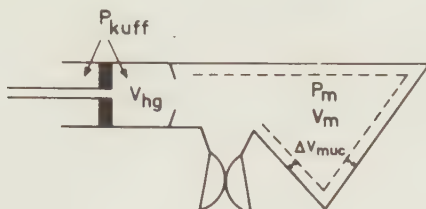
För härledning av ekvationen hänvisas till arbetet av Ingelstedt o a (1967).

Flisberg o a ändrade med hjälp av en vätskefylld mikropipett volymen,  $\Delta V_m$ , i mellanöra-mätapparat, som tillsammans bildade ett slutet system, och mätte därvid tryckändringen i systemet,  $\Delta P_{m_d}$ . De kunde därefter beräkna systemets ursprungliga volym,  $V_m$ , efter korrektion för volym av mätapparat och hörselgång.

I den aktuella undersökningen modifierades förfarandet på följande sätt:

Genom att ändra trycket,  $\Delta P_{m_d}$ , i det slutna mellanörat och med en flödes-volymmätare registrera volymändringen,  $\Delta V_m$ , kan det slutna systemet beräknas med hjälp av ekvationen ovan. Fördelen med den använda principen är att man direkt registrerar både tryck- och volymändring, figur 4. Ekvationen gäller om mellanörat betraktas som en rigid kammare. Då mellanöra och cellsystem är uttappetserade med slemhinnor kommer trycket att

ändra slemhinnornas blodfyllnad,  $\Delta V_{muc}$ , varför den registrerade volymändringen utgöres av  $\Delta V_m + \Delta V_{muc}$ , figur 10.



Figur 10: Mellanöronmodell.

Vid mätning med tryck anbringat direkt i örat erhålles en tryckskillnad över hörselgångskuffen,  $P_{kuff}$ . Kuffen riskerar då att glida eller formförändras, vilket medför ytterligare en felfaktor,  $\Delta V_{hg}$ , figur 10.

En annan felfaktor, som kan ifrågakomma utgöres av gasabsorption från mellanöra-cellsystem till blodet i slemhinnorna. Denna uppgår blott till cirka 0,5-1,0  $\mu\text{l}/\text{min}$  (IngeIstedt, Jonson 1966, 1967; Riu o a 1966; Elner 1971) och är försumbar då de aktuella mätningarna endast pågår 3-5 sekunder.

Den med flödes-volymmätaren registrerade totala volymändringen består således av  $\Delta V_m + \Delta V_{muc} + \Delta V_{hg}$ . Detta medför att den beräknade  $V_m$  blir för stor. Vid små cellsystem, som vanligen förekommer vid kronisk otit, ger dessa felfaktorer procentuellt större fel än vid normalstora cellsystem.

#### U n d e r s ö k n i n g s g å n g

Den kufforsedda katetern anbringades som tidigare beskrivits i kapitel I. Stor vikt lades vid att kuffen passade perfekt varefter täthetskontroll utfördes.

### Slemhinnefaktorn, $\Delta V_{muc}/\Delta P_{muc}$

Dessa undersökningar utfördes i tryckkammare på sju personer.

#### A. Vm-bestämning utan tryckskillnad över slemhinnor och kuff:

Vid dessa bestämningar användes apparaturen enligt figur 5. Genom att ansluta ledningarna a, b och d till tryckkammaren under tryckändringar,  $\Delta P_k$ , erhöles samma tryckändring i mellanörat,  $\Delta P_m$ , och på kuffens utsida. Med detta förfaringssätt eliminerades tryckskillnaden över slemhinnor och kuff. Tack vare två identiska flödesmätarsystem registrerades endast volymändringen,  $\Delta V_m$ , under tryckändringen, medan motsvarande volymändring i de båda mätsystemen subtraherades. Ur registreringarna av  $\Delta V_m$  och  $\Delta P_k = \Delta P_m$  beräknades mellanörats volym,  $V_m$ , med Boyle's lag, och resultaten benämnes i fortsättningen  $V_m$  utan slemhinnepåverkan (utan  $\Delta V_{muc}$  och  $\Delta V_{hg}$ ).

#### B. Vm-bestämning utan tryckskillnad över kuff:

Volymbestämningar utfördes med apparaturen enligt figur 2 och 4 och resultaten benämnes i fortsättningen  $V_m$  med slemhinnepåverkan (med  $\Delta V_{muc}$  men utan  $\Delta V_{hg}$ ).  $\Delta V_{hg}$  eliminerades med kåpan kring örat, figur 2. Detta förfarande tillämpades även på hela materialet.

#### C. Slemhinornas volym-tryckförhållande, $\Delta V_{muc}/\Delta P_{muc}$ :

Vid dessa undersökningar användes apparaturen enligt figur 5. Mellanörat var liksom kåpan i förbindelse med atmosfärtryck (a och d), vilket förhindrade tryckskillnad över kuffen. Vid kammartrycket  $P_k$  (e) -5 cm  $H_2O$  och atmosfärtryck i örat erhöles i örat ett relativt övertryck, som komprimerade slemhinorna. Ändrades  $P_k$  från -5 till +5 cm  $H_2O$  (e-f) erhöles en motsvarande expansion av slemhinorna.  $\Delta V_{muc}$  mättes då registreringen nått en stabil nivå. Därefter ändrades åter kammartrycket till -5 cm  $H_2O$  (f-g), varvid slemhinorna komprimerades. Genom att mäta vid trycken  $\pm 2,5$ ,  $\pm 5$ ,  $\pm 7,5$ ,  $\pm 10$  och  $\pm 15$  cm  $H_2O$  och plotta  $\Delta V_{muc}$ värdena mot respektive tryckändring,  $\Delta P_k$ , erhöles volym-tryckförhållandet. Detta förhållande användes för att korrigera det enligt B ovan bestämda volymvärdet ( $V_{m_{kor}}$  tabell XII).

### Kuff-faktorn, $\Delta V_{hg}/\Delta P_{kuff}$

Då dessa undersökningar företogs på hela materialet i anslutning till tubarfunktionsundersökningarna användes endast positiva mellanöron-

tryck vid volymmätning (+2 och +5 cm H<sub>2</sub>O), figur 4. Undersökningen utfördes minst tre gånger vid varje tryck. Från medelvärdet för den av gaskompressionen orsakade volymändringen i öra-mätsystem,  $\Delta V_r$ , subtraherades motsvarande volymändring i mätsystemet (5  $\mu$ l/cm H<sub>2</sub>O). Därefter korrigerades med  $\Delta V_{muc}$  (1  $\mu$ l/cm H<sub>2</sub>O, erhållet ur volymtryck-förhållandet under C ovan). Den ur Boyle's lag erhållna volymen minskades med en standardvolym,  $V_{hg}$  (0,3 ml), motsvarande hörselgången mellan kuff och trumhinneplan enligt Elner (1972), varefter  $V_{m_{korr}}$  erhöles.

#### A. $V_{m_{korr}}$ -bestämning med olika kuffstorlekar:

Undersökningar utfördes med och utan tryckskillnad över kuffen. Vid det ena tillfället användes en väl passande kuff (optimal kuff) och vid det andra avsiktligt en kuff med 1 mm mindre diameter (liten kuff) för att utreda kuffstorleken betydelse för resultaten.

#### B. $V_{m_{korr}}$ -bestämning med tryckskillnad över optimal kuff:

Volymen mättes utan kåpa kring ytterörat, figur 4.

#### C. $V_{m_{korr}}$ -bestämning utan tryckskillnad över optimal kuff:

För att undvika tryckskillnad över kuffen fastspändes den beskrivna plastkåpan kring ytterörat, figur 2 och 4. Som villkor för mätningen valdes att  $P_{kuff}$  inte fick överstiga 1 cm H<sub>2</sub>O, varför 10 öron fick uteslutas främst p g a olämplig huvudform hos patienterna.

### M a t e r i a l

Materialet bestod av 132 öron på 126 patienter. Av dessa uteslöts 10 öron (8 patienter), då volymmätning utan tryckskillnad över kuffen inte gick att genomföra invändningsfritt. Åldersfördelning framgår av tabell XI.

| Ålder  | A  | B  | C | Totalt |
|--------|----|----|---|--------|
| 11-20  | 14 | 2  | 1 | 17     |
| 21-30  | 26 | 6  | 2 | 34     |
| 31-40  | 9  | 9  | 3 | 21     |
| 41-50  | 20 | 2  | 1 | 23     |
| 51-60  | 13 | 1  | 2 | 16     |
| 61-70  | 5  |    |   | 5      |
| Totalt | 95 | 20 | 9 | 124    |

Tabell VI: Åldersfördelning. Materialet har indelats på samma sätt som i kapitel I i A, B och C.

A: Kronisk slimmhinnest, ej öppnades

B: Kronisk slimmhinnest, öppnades med mastektomi

C: Traumatiska perforationer

Patienterna fick uppgift om lång tid de haft bröstsvår med subjektivt nöjesnedsättning.

För patienterna krävdes undersökningen av slimmhinnest i ett tryckförmållande utömdes endast på sex öron. Fördelningen av dessa i tubusfunktionsgruppen enligt kapitel I var följande: Grupp I: 3 öron, Grupp III: 2 öron och Grupp II: 2 öron. Röntgenbestämning av volymen utömdes på 52 öron med 2-6 veckors intervall.

Vid de planimetriska bestämningarna av cellsystemens yta undersöktes inte de 20 öppnades öronen. Av de övriga 102 beräknades ytan av 76 öron på 74 patienter, vilket inkluderade samtliga öron med traumatisk perforation. Skälet till att beräkningen inte utömdes på alla öron med kronisk slimmhinnest var i 16 fall ofullständig röntgenundersökning (cellsystemet ej fullständigt med på röntgenbilden, dålig bildkvalitet eller vid snäva celliga system svårigheten att se alla gränser från stora droppor i skallbenet). Tre öron var röntgenade flera än före tubusfunktionsundersökningen och öron röntgenundersökta mer än 1 år före volymbestämningen medtog ej i undersökningarna. Röntgenbilder sånades på sex öron. Det minsta

De planimetriska ytbestämningarna har utömdes av dr. Ingemar Montansson. Röntgenavdelningen II, Lasarettet, Lund.

antalet öron, som undersöktes med planimetrisk bestämning medförde dock ingen snedfördelning jämfört med tubarfunktionsundersökning. Vid både volymmätningar och ytbestämningar tillhörde 71 % tubarfunktionsgrupp I och II, medan 29 % tillhörde grupp III och IV.

## Resultat

### Slemhinnefaktorn, $\Delta V_{muc}/\Delta P_{muc}$

Man fann i samtliga sju undersökta fall ett linjärt samband mellan  $\Delta V_{muc}$  och  $\Delta P_k$  inom tryckområdet  $\pm 2,5$  till  $\pm 15$  cm H<sub>2</sub>O. I tabell XII redovisas fallen med avseende på tubarfunktionsgrupp och volym av örats slutna luftförande hålrum,  $V_m$ , mätt

1) utan slemhinnepåverkan (utan  $\Delta V_{muc}$  och utan  $\Delta V_{hg}$ )

2) med slemhinnepåverkan (med  $\Delta V_{muc}$  men utan  $\Delta V_{hg}$ ).

$\Delta V_{muc}/\Delta P_k$  användes för att korrigera  $V_m$  mätt enligt 2), varvid  $V_{m_{korr}}$  erhöles.

| Patient      | Tubarfunktionsgrupp | $V_m$ utan slh.påverkan<br>ml | $V_m$ med slh.påverkan<br>ml | $\Delta V_{muc}/\Delta P_k$<br>$\mu l/cm H_2O$ | $V_m$ korr<br>ml |
|--------------|---------------------|-------------------------------|------------------------------|------------------------------------------------|------------------|
| 300908 A A   | IV                  | 0,60                          | 1,86                         | 1,26                                           | 0,65             |
| 550925 P O   | IV                  | 3,05                          | 3,45                         | 0,66                                           | 2,81             |
| 230322 V S   | I                   | 4,0                           | 5,0                          | 0,98                                           | 4,05             |
| 250117 G E   | III                 | 2,52                          | 3,45                         | 1,23                                           | 2,27             |
| 540125 B N   | I                   | 1,55                          | 2,32                         | 0,86                                           | 1,49             |
| 351231 I W-B | III                 | 1,86                          | 2,33                         | 0,88                                           | 1,48             |
| 410909 L H   | I                   | 2,10                          | 3,6                          | 1,17                                           | 2,47             |

Tabell XII: Resultat vid volymundersökningar med och utan slemhinnepåverkan.

Ur tabellen framgår att  $V_m$  utan slemhinnepåverkan överensstämmer med  $V_{m_{korr}}$ . Detta innebär att slemhinnefaktorn,  $\Delta V_{muc}/\Delta P_{muc}$ , blir densamma antingen trycket appliceras lokalt i örat,  $\Delta V_{muc}/\Delta P_m$ , eller på kroppen med undantag av örat,  $\Delta V_{muc}/\Delta P_k$ .

Medelvärde för  $\Delta V_{\text{muc}}/\Delta P_{\text{k}}$  uppgick till 1,00  $\mu\text{l}/\text{cm H}_2\text{O}$  (S.D. 0,22 S.E. 0,08). Man fann ingen signifikant korrelation mellan  $\Delta V_{\text{muc}}/\Delta P_{\text{k}}$  och  $V_{\text{m}}$  utan slemhinnepåverkan ( $r = -0,37$ , metod C, statistisk kommentar), vilket tyder på att slemhinnefaktor är oberoende av volymerna för de undersökta öronen (0,6-4,0 ml).  $\Delta V_{\text{muc}}/\Delta P_{\text{k}}$  synes ej heller ha något samband med tubarfunktionsgrupp.

#### Kuff-faktorn, $\Delta V_{\text{hg}}/\Delta P_{\text{kuff}}$

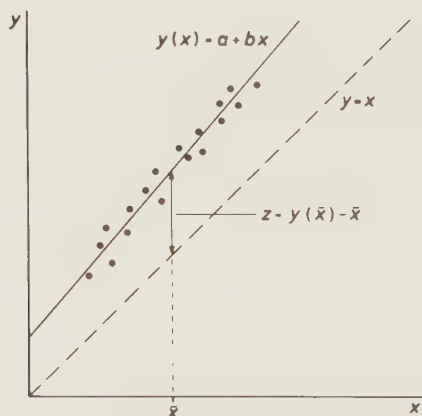
Resultaten vid dessa mätningar har analyserats med linjär regression (metod B, statistisk kommentar).

Av figur 11 framgår det statistiska beräkningsförfarandet.

$Y(x) = a + bx$  regressionslinjen

$Y = x$   $\bar{x}$  beräknat medelvärde för  $x$

$z = Y(\bar{x}) - \bar{x}$  avståndet mellan regressionslinjen och ideallinjen vid  $\bar{x}$ .



Figur 11: Innebörden av  $z$ .

$V_{\text{m, korr}}$ -bestämning utan tryckskillnad över optimal kuff:

Volymvärden mätta vid +5 cm  $\text{H}_2\text{O}$  betecknas med  $x$  och vid +2 cm  $\text{H}_2\text{O}$  med  $Y$ .

Skattade regressionslinjen:  $Y = -0,15 + 0,99 x$ .  $\bar{x} = 2,55$

Regressionsanalys:  $z$  är signifikant (+++)  $\neq 0$

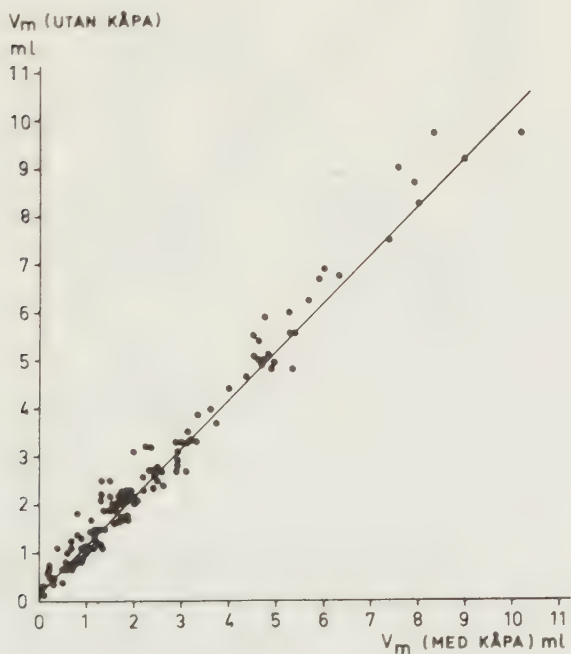
$b$  är ej signifikant  $\neq 1$

95 % konf.int. för  $z$  (-0,13; -0,21)

P g a det stora antalet observationer (122 öron) har inget diagram uppritats. En minimal mätskillnad föreligger med obetydligt lägre värden vid +2 cm H<sub>2</sub>O (0,1-0,2 ml vid volymer nära medelvolymer). Mätresultaten presenteras i fortsättningen vid +5 cm H<sub>2</sub>O, men båda dessa trycknivåer kan användas.

$V_{m, \text{kor}}$ -bestämning med och utan tryckskillnad över optimal kuff:

Volymresultaten har jämförts analogt med ovanstående och inritats i diagram, figur 12 (122 öron). Volymer mätta utan tryckskillnad (med kåpa) är avsatta efter x-axeln och volymer med tryckskillnad över kuffen (utan kåpa) efter Y-axeln.



Figur 12: Volymresultat med och utan tryckskillnad över optimal kuff.

Skattade regressionslinjen:  $Y = 0,26 + 0,99x$ .  $\bar{x} = 2,55$

Regressionsanalys:  $z$  är signifikant (+++)  $\neq 0$

$b$  är ej signifikant  $\neq 1$

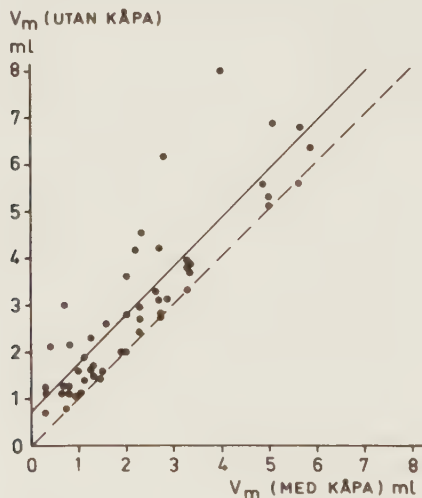
95 % konf.int. för  $z$  (0,15; 0,29)

Av resultaten framgår god överensstämmelse vid mätningar med och utan tryckskillnad över optimal kuff.

$V_{m, \text{kor}}$ -bestämning med optimal och liten kuff:

a) med och utan tryckskillnad över liten kuff.

Dessa undersökningar utfördes på 52 öron. Resultaten framgår av figur 13.



Figur 13: Volymresultat med och utan tryckskillnad över liten kuff.

I figur 13 har volymvärdena utan tryckskillnad (med kåpa) avsatts efter x-axeln och med tryckskillnad (utan kåpa) efter Y-axeln.

Skattade regressionslinjen:  $Y = 0,68 + 1,04 x$ .  $\bar{x} = 2,31$

Regressionsanalys:  $z$  är signifikant (+++)  $\neq 0$

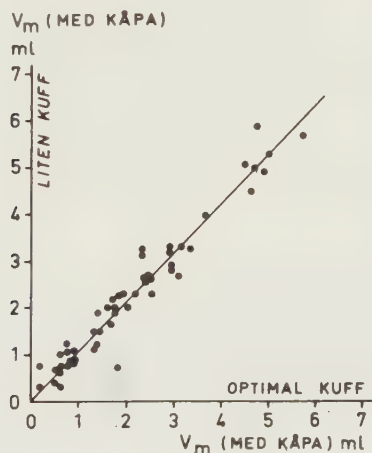
$b$  är ej signifikant  $\neq 1$

95 % konf.int. för  $z$  (0,51; 1,03)

Om båda bestämningarna givit samma resultat skulle volymvärdena legat kring den streckade ideallinjen. På grund av kuffglidning vid mätning med tryckskillnad över kuff (utan kåpa) ligger samtliga på eller över linjen. För vissa öron är avvikelserna mera markanta och ger upphov till stora volymfel.

b) utan tryckskillnad över liten och optimal kuff.

Undersökningar med liten och optimal kuff gjordes vid skilda tillfällen på 52 öron. I figur 14 har volymvärdena uppmätta vid optimal kuff avsatts efter x-axeln och motsvarande värden vid liten kuff efter Y-axeln.



Figur 14: Jämförande volymmätningar med liten och optimal kuff utan tryckskillnad över kuff.

Skattade regressionslinjen:  $Y = 0,08 + 1,05x$ .  $\bar{x} = 2,10$

Regressionsanalys:  $z$  är signifikant (+++)  $\neq 0$

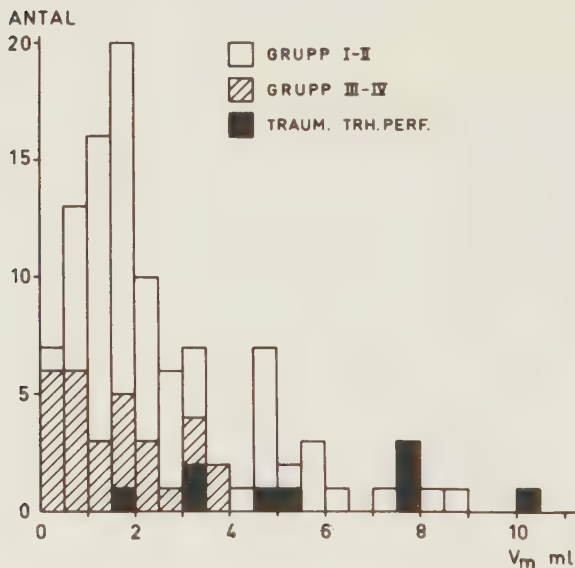
$b$  är ej signifikant  $\neq 1$

95 % konf.int. för  $z$  (0,10; 0,30)

En obetydlig avvikelse av 0,1-0,3 ml vid volymer nära medelvolymer föreligger vid dessa undersökningar.

Volymvärden i relation till tubarfunktion:

I figur 15 har samtliga icke opererade öron (102) medtagits. Svarta staplar markerar traumatiska perforationer, streckade staplar öron med dålig tubarfunktion (Grupp III-IV) och ofyllda staplar öron med god tubarfunktion (Grupp I-II).



Figur 15: Fördelning av volymer på icke opererade öron.

Av figur 15 framgår att volymerna för grupp III-IV ligger väl samlade under 4 ml. Majoriteten av grupp I-II ligger också inom detta område. Traumatiska perforationer visar varierande volymvärden. I tabell XIII har volymresultaten vid mätningar av öron med kronisk slemhinneotit uppdelats i opererade och ej opererade öron samt öron med traumatisk perforation. De icke opererade öronen har vidare uppdelats efter tubarfunktion.

| Kategori          | Medelvärde | Volym i ml |      | Antal |
|-------------------|------------|------------|------|-------|
|                   |            | S.D.       | S.E. |       |
| Kron. otit (I-II) | 2,71       | 1,92       | 0,23 | 66    |
| " " (III-IV)      | 1,53       | 1,14       | 0,22 | 27    |
| " " (totalt)      | 2,35       | 1,80       | 0,18 | 93    |
| -----             |            |            |      |       |
| Kron.otit (op.)   | 2,04       | 1,74       | 0,38 | 20    |
| Traum.trh.perf.   | 5,83       | 2,79       | 0,93 | 9     |

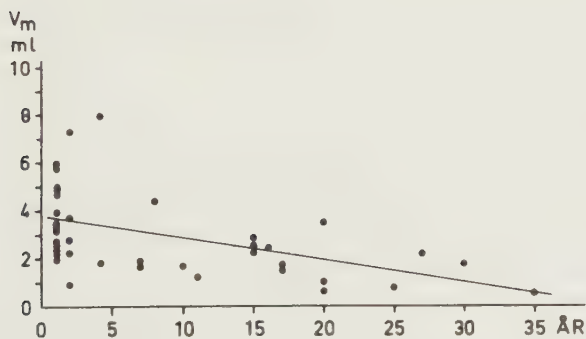
Tabell XIII: Medelvärden, standarddeviation och medelfel av volymresultaten i olika kategorier.

Signifikanstestning: (Metod  $A_2$ , statistisk kommentar).

Mellan medelvärdet för ej opererade öron och för kronisk otit (op.) föreligger ingen signifikant skillnad. Kronisk otit (I-II) är signifikant (+++) större än kronisk otit (III-IV). Traumatiska perforationer är signifikant (++) större än kronisk otit (totalt).

Volymvärden i relation till otitduration:

På 39 öron, som enligt anamnesen insjuknat efter 15 års ålder jämfördes durationen av otiten med cellsystemets volym (metod B, statistisk kommentar). Resultaten framgår av figur 16.



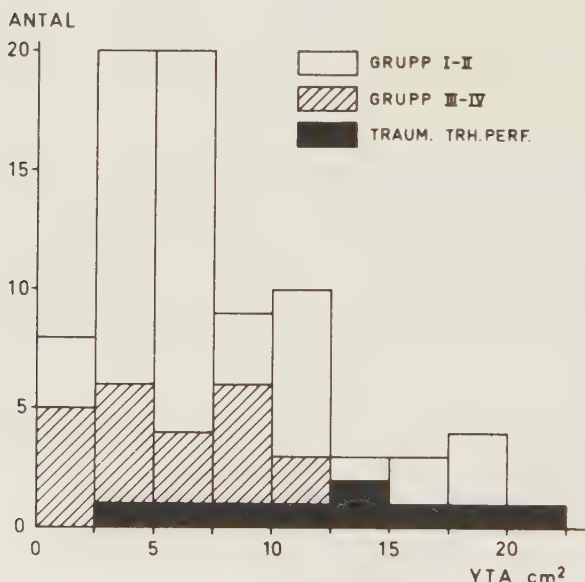
Figur 16: Volymvärden i relation till otitdurationen.

Skattade regressionslinjen:  $Y = 3,73 - 0,09x$

Linjens lutning är signifikant  $(++) \neq 0$ . Hos personer med långvarig otit föreligger således vanligen små volymer.

### Ytbestämning

Ytvärden i relation till tubarfunktion:



Figur 17: Fördelning av cellsystemens yta på icke opererade öron.

Av figur 17 framgår att öron i tubarfunktionsgrupp III-IV ligger väl samlade under  $12,5 \text{ cm}^2$ . Majoriteten i grupp I-II ligger också inom detta område. De traumatiska perforationerna visar varierande ytvärden. Tabell XIV har konstruerats analogt med tabell XIII frånsett icke opererade öron.

| Kategori          | Medelvärde | Yta i $\text{cm}^2$<br>S.D. | S.E. | Antal |
|-------------------|------------|-----------------------------|------|-------|
| Kron. otit (I-II) | 7,46       | 4,54                        | 0,65 | 49    |
| " " (III-IV)      | 5,68       | 3,43                        | 0,72 | 20    |
| " " (totalt)      | 6,90       | 4,30                        | 0,52 | 69    |
| <hr/>             |            |                             |      |       |
| Traum.trh.perf.   | 12,70      | 5,58                        | 1,86 | 9     |

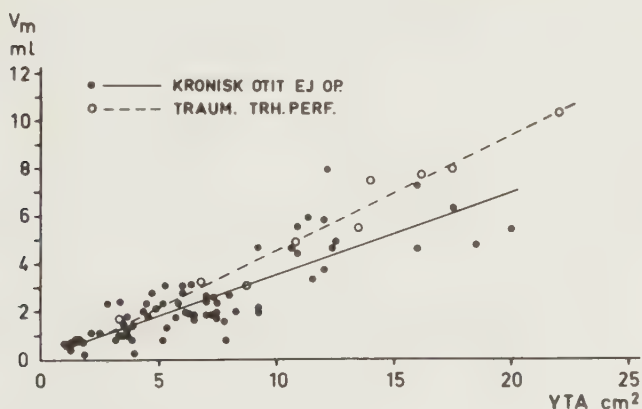
Tabell XIV: Medelvärden, standarddeviation och medelfel av ytresultaten i olika kategorier.

Signifikanstestning: (Metod  $A_2$ , statistisk kommentar).

Medelytan för traumatisk perforation är signifikant (++) större än medelytan för kronisk otit (totalt). Mellan kronisk otit (I-II) och kronisk otit (III-IV) föreligger ingen signifikant skillnad.

#### Jämförelse mellan volym och yta

I figur 18 har beräknad yta i  $\text{cm}^2$  avsatts efter X-axeln och volym,  $V_{m\text{kor}}$ , i ml efter Y-axeln. I jämförelsen ingår 69 öron (65 fall) med kronisk otit och 9 öron med traumatisk trumhinneperforation.



Figur 18: Jämförelser mellan volym och yta.

Kronisk otit, skattade regressionslinjen:  $Y = 0,18 + 0,34 x$

95 % konf.int. för b (0,29; 0,39)

Traumatisk perforation, skattade regressionslinjen:  $Y = -0,38 + 0,49x$

95 % konf.int. för b (0,42; 0,56)

Det föreligger signifikant (+) skillnad i lutningen mellan linjerna (metod B, statistisk kommentar).

Den skilda lutningsvinkeln innebär att man vid traumatisk perforation erhåller större volymer i förhållande till ytan än vid kronisk otit. Författaren har inga normalfall med i jämförelserna, men de traumatiska perforationernas yt- och volymvärden faller inom gränserna för angivna normalvärden (Diamant 1940; Riu o a 1966; Ingelstedt o a 1967; Elner 1971).

#### Hörselfunktion i förhållande till tubarfunktionsgrupp

Undersökningen utfördes på 77 öron (73 fall).

Luft-benledningsdiastasen har först jämförts inom varje tubarfunktionsgrupp och varje frekvensområde 500, 1000 och 2000 Hz vid benledningströsklar 0-10 dB, 10-20 dB och >20 dB. Då inga signifikanta skillnader framkom vid skilda benledningströsklar presenteras medelvärdet för luft-benledningsdiastasen vid varje frekvensområde och tubarfunktionskategori. Resultaten framgår av tabell XV.

| Kategori                | Luft-benledningsdiastas vid olika frekvenser |                      |            |                      |            |                      |
|-------------------------|----------------------------------------------|----------------------|------------|----------------------|------------|----------------------|
|                         | 500 Hz dB                                    |                      | 1000 Hz dB |                      | 2000 Hz dB |                      |
| Kron.otit (I-II) (47)   | 25,0                                         | S.D.14,4<br>S.E.2,11 | 23,3       | S.D.13,6<br>S.E.1,99 | 21,8       | S.D.11,3<br>S.E.1,64 |
| Kron.otit (III-IV) (21) | 20,7                                         | S.D.9,3<br>S.E.2,02  | 19,8       | S.D.8,7<br>S.E.1,90  | 17,6       | S.D.9,7<br>S.E.2,12  |
| -----                   |                                              |                      |            |                      |            |                      |
| Traumat.perf. (9)       | 17,8                                         | S.D.6,7<br>S.E.2,22  | 20,6       | S.D.8,5<br>S.E.2,83  | 22,8       | S.D.10,3<br>S.E.3,45 |

Tabell XV: Medelvärden av luft-benledningsdiastas vid frekvenserna 500, 1000 och 2000 Hz i förhållande till tubarfunktionsgrupper och traumatiska perforationer.

Signifikanstestning: (metod  $A_1$ ,  $A_2$ , statistisk kommentar). Inga signifikanta skillnader mellan medelvärden vid dålig eller god tubarfunk-

tion eller vid traumatiska perforationer förekommer i något av de jämförda frekvensområdena.

## D i s k u s s i o n

Vid volymbestämmning av örats slutna luftförande hålrum kan resultaten påverkas av felfaktorer, vilka måste utredas och definieras. Två väsentliga felfaktorer har analyserats i den aktuella undersökningen, nämligen kuff-faktorn och slemhinnefaktorn.

Figur 13 visar hur tillförlitligheten av volymbestämmning vid tryckbelastning är avhängig av korrekt kuffstorlek. En glidning av endast t ex 0,2 mm vid kuffdiameter 8 mm medför att den beräknade volymen blir 2 ml för stor. Sker volymbestämmning däremot med tryckskillnad över optimal kuff blir kuff-faktorn försumbar, figur 12. Öronkåporna kan därför uteslutas vid användning av korrekt kuffstorlek, vilket innebär ett enkelt kliniskt förfaringsätt.

Vid den av Flisberg o a (1963) beskrivna volymbestämningsmetoden påverkas mellanörats slemhinnor. Denna slemhinnepåverkan medför ett fel i volymbestämmningen. För att analysera denna slemhinnefaktor har två nya mätmetoder utvecklats. Med den första mättes volymen av örats luftförande hålrum utan tryckskillnad över slemhinnoerna, varvid slemhinnefaktorn eliminerades. Med den andra metoden studerades slemhinnefaktorn vid tryckändringar på kroppens utsida, men ej i örat, varvid det funna medelvärde av volym-tryckförhållandet uppgick till  $1 \mu\text{l}/\text{cm H}_2\text{O}$ . Volymvärdet med slemhinnepåverkan korrigerades för den aktuella slemhinnefaktorn och resultatet ( $V_{m\text{kor}}$ ) överensstämde väl med volymvärdet mätt utan slemhinnepåverkan, tabell XII. Denna jämförelse visar att slemhinnans volym-tryckförhållande är detsamma antingen tryckskillnaden över slemhinnan åstadkommes lokalt från mellanörat eller från kroppens utsida. Den av Ingelstedt o a (1967) uppmätta slemhinnefaktorn ( $0,42 \mu\text{l}/\text{cm H}_2\text{O}$ ) skiljer sig från författarens ( $1 \mu\text{l}/\text{cm H}_2\text{O}$ ). Denna skillnad kan bero på att mindre delar av kärlsystemet i öronslemhinnan påverkas vid kompression av vena jugularis interna.

Om volymbestämmningarna enligt Flisberg o a (1963a) inte korrigeras med den aktuella slemhinnefaktorns medelvärde, blir de beräknade volymerna 1 ml för stora, vilket medför ett avsevärt procentuellt fel

vid små mellanöronvolymmer. Vidare bör mätningarna ej utföras under pågående infektion i övre luftvägarna eller i örat, då slemhinnans volym-tryckförhållande kan förväntas vara annorlunda.

Flisberg, Zsigmond (1965) fann i sitt material en medelvolum av  $3,47 \pm 0,38$  ml (41 öron), Riu o a (1966) cirka 3 ml (40 öron) och författaren  $2,35 \pm 0,18$  ml (93 öron). Skillnaderna kan i första hand tillskrivas att ingen korrektion skett för slemhinnefaktorn,  $\Delta V_{muc}$ , i de båda tidigare undersökningarna. Korrigeras med den av författaren funna slemhinnefaktorn överensstämmer värdena väl. Möjligen kan kuffglidning ha förekommit och även påverkat resultaten i de tidigare materialen.

Jämförelse mellan volymmätning och tubarfunktion i det aktuella materialet visar att det råder mycket god överensstämmelse mellan dålig tubarfunktion, grupp III-IV, och liten volym, figur 15, tabell XIII. Inget värde överstiger 4 ml i denna grupp och medelvärdet är signifikant (+++) lägre än det i tubarfunktionsgrupp I-II. Å andra sidan ger ett lågt volymvärde ingen säker information om vilken tubarfunktionsgrupp ett öra tillhör då flera öron inom grupp I och II har små volymer. Både volym- och tubarfunktionsmätningar bör därför utföras och komplettera varandra.

Jämförelser med tidigare nådda resultat av planimetrisk ytbestämning vid kronisk slemhinneotit framgår av tabell XVI.

| Material                      | Yta, $\text{cm}^2$ | Antal |
|-------------------------------|--------------------|-------|
| Diamant (1940)                | $3,81 \pm 0,45$    | 70    |
| Flisberg, Zsigmond (1965)     | $4,39 \pm 0,44$    | 41    |
| Holmquist (1970)              | 6,3                | 124   |
| Andreasson, Mortensson (1973) | $6,90 \pm 0,52$    | 69    |

Tabell XVI: Resultat av planimetriska ytberäkningar i skilda material med kronisk slemhinneotit.

Man finner att cellsystemens medelyta är betydligt större i de två senaste undersökningarna jämfört med de tidigare. För att närmare analysera detta har det aktuella materialet jämförts med Diamants material.

Diamant angav ett mätfel av cirka 3 % (dubbla röntgenundersökningar och ytmätningar) och i det aktuella materialet förelåg ett mätfel av 2,7 % (upprepade mätningar på samma bild). Undersökningstekniken var ej identisk vilket medförde olik geometrisk förstoring (Diamant 1,10, Andréasson 1,11 för 49 öron och 1,15 för 20 öron). Detta påverkar inte resultaten i tabell XVI. Vid ytbestämningarna medtog inte Diamant antrum när denna kunde isoleras från cellsystemet. I det aktuella materialet kunde antrum avgränsas i endast 8 av 69 fall, varför den medtagits i samtliga ytbestämningar. Antages antrums yta vara högst  $1 \text{ cm}^2$  på dessa åtta öron sänker detta medelvärde för hela materialet endast med  $0,12 \text{ cm}^2$ . Diamant visade att medelytan i åldersgruppen över 30 år var mindre än motsvarande i åldern 15-30 år. 50 öron (>30 år) hade en medelyta av  $3,38 \text{ cm}^2$ , medan hos 20 öron (10-30 år) motsvarande yta var  $4,89 \text{ cm}^2$ . I den aktuella undersökningen hade 37 öron (>30 år) ett medelvärde av  $6,3 \text{ cm}^2$  och 32 öron (10-30 år)  $7,6 \text{ cm}^2$ . Skillnaderna i åldersfördelningen mellan materialen kan dock inte helt förklara differenserna i tabell XVI. Författarens nio öron med traumatisk perforation överensstämde däremot väl i ytstorlek,  $12,70 \pm 1,86 \text{ cm}^2$ , med Flisbergs 11 normala öron  $12,69 \pm 0,81 \text{ cm}^2$  och med Diamants 328 normala öron, ålder >10 år,  $12,04 \pm 0,37$ .

Medelytan av cellsystemet och tubarfunktionen enligt gruppindelningen, tabell XIV, visar inget samband. Materialet var mindre vid ytbestämningar (69 öron) men samma procentuella fördelning mellan tubarfunktionsgrupperna förelåg vid yt- och volymbestämning. Av figur 18 framgår att vissa öron med volymer  $\leq 1 \text{ ml}$  har ytor, som är ganska stora, upp till  $7,8 \text{ cm}^2$ . Vidare framgår att vid samma ytvärden har öron med traumatiska perforationer större volymer än öron med kronisk otit. Detta beror sannolikt på att större eller mindre delar av hålrummen vid kronisk otit saknar luftkontakt med mellanörat som ett resttillstånd efter genomgångna infektioner. I två fall av nio med traumatiska perforationer är ytvärdena  $< 7,5 \text{ cm}^2$ , figur 17, vilket stöder Diamants åsikt att cellsystem av denna storleksordning är en normalvariant.

Flisberg, Zsigmond fann vid jämförelser mellan yta och volym beräknat enligt metod B (statistisk kommentar) ett helt annat värde på riktningskoefficienten (0,91) än författaren (0,34), figur 18. Denna skillnad beror på att de fann större volymer och mindre ytor än i den

aktuella undersökningen. De utgick från ett blandat material av öron med kronisk otit med och utan kolesteatom, öron med traumatisk trumhinneperforation och friska öron. På dessa skillnader i material-sammansättning kan inga säkra slutsatser dragas av jämförelser mellan de båda materialen.

Holmquist (1970) utgick från cellsystemsytan och delade in sitt material i tre olika grupper efter ytstorlek (0-4,9; 5-9,9 och  $\geq 10$  cm<sup>2</sup>). Han kunde sedan jämföra det procentuella antalet öron med fullgod aspirationsförmåga inom varje grupp. I tabell XVII redovisas Holmquists och författarens material med denna indelning.

| Cellsystemsyta<br>cm <sup>2</sup> | Holmquist |     | Författaren |     | Holmquist                   |      | Författaren            |      |
|-----------------------------------|-----------|-----|-------------|-----|-----------------------------|------|------------------------|------|
|                                   | antal     | %   | antal       | %   | Fullgod asp.<br>antal/grupp | %    | Grupp I<br>antal/grupp | %    |
| 0-4,9                             | 42        | 48  | 26          | 38  | 8/42                        | 19,0 | 13/26                  | 50   |
| 5,0-9,9                           | 32        | 36  | 28          | 40  | 13/32                       | 40,6 | 17/28                  | 61   |
| $\geq 10$                         | 14        | 16  | 15          | 22  | 9/14                        | 64,3 | 10/15                  | 66,7 |
| Totalt                            | 88        | 100 | 69          | 100 | 30/88                       | 34,1 | 40/69                  | 58   |

Tabell XVII: Ytfördelningen i Holmquists och författarens material samt relationen yta-fullgod aspiration.

I båda materialen undersöktes enbart öron med kronisk slemhinneotit utan pågående infektion. Holmquist fann procentuellt något större andel i grupp 0-4,9 cm<sup>2</sup> än i det aktuella materialet, medan förhållandet tenderar åt motsatt håll i de andra grupperna. Medelvärdena för båda materialen överensstämmer, tabell XVI. Holmquist angav ej åldersfördelning eller medelfel. Han fann signifikant bättre aspirationsförmåga vid yta  $\geq 10$  cm<sup>2</sup> jämfört med 0-4,9 cm<sup>2</sup>. Det förelåg däremot ingen signifikant skillnad i aspirationsförmåga (metod D, statistisk kommentar) vid motsvarande ytstorlekar i det aktuella materialet. Cirka 34 % av totalantalet i Holmquists undersökning hade fullgod aspirationsförmåga (-20 cm H<sub>2</sub>O) jämfört med 58 % i det aktuella (-10 cm H<sub>2</sub>O). I kapitel I har påpekats riskerna med att använda höga negativa mellanörontryck under längre tid än 3 minuter och Holmquist anger att patienten fick svälja tills ingen ytterligare

ekvilibrering skedde - "i regel varade mätproceduren för mätning vid  $\pm 20$  cm H<sub>2</sub>O mindre än 5 minuter".

Sammanfattningsvis kan skillnaderna i resultaten bero på olika urval av patienter, t ex ålder, men framförallt skillnader i tubarfunktionen, varvid möjligen de olika använda trycknivåerna och variationer i durationen vid testning kan spela en roll. Slutsatsen är att författaren med utgångspunkt från föreliggande material inte finner något signifikant samband mellan tubarfunktion och ytstorlek, vare sig med utgångspunkt från tubarfunktion och medelvärde av ytor-na enligt tabell XIV eller med användande av Holmquists jämförelse-sätt, tabell XVII.

Siedentop uppdelade öronen dels efter tubarfunktion och dels efter cellsystemsytan i sina undersökningar. I tabell XVIII redovisas hans material och det aktuella efter denna indelning.

| Tubarfunktionsgrupp   | Cellsystemsytan, cm <sup>2</sup> |            |                |
|-----------------------|----------------------------------|------------|----------------|
|                       | 0-4,9<br>%                       | 5-9,9<br>% | $\geq 10$<br>% |
| Siedentop (63 fall)   |                                  |            |                |
| I                     | 23,8                             | 9,5        | 66,7           |
| II-III                | 20,0                             | 50,0       | 30,0           |
| IV-V                  | 40,6                             | 50,0       | 9,4            |
| Författaren (69 fall) |                                  |            |                |
| I (40)                | 32,5                             | 42,5       | 25,0           |
| II (9)                | 33,3                             | 22,2       | 44,5           |
| III-IV (20)           | 45,0                             | 45,0       | 10,0           |

Tabell XVIII: Fördelning av Siedentops och författarens material efter tubarfunktionsgrupper och ytstorlek.

I Siedentops material ingick både öron med kronisk slemhinneotit och öron med kolesteatom. Det initiala testtrycket i mellanörat var  $\pm 25$  cm H<sub>2</sub>O och materialet indelades i 5 tubarfunktionsgrupper. Av dessa motsvaras grupp I och grupp IV-V av grupp I respektive grupp III-IV i författarens material. Grupp II-III (Siedentop) motsvaras av

grupp II i det aktuella materialet. Av tabell XVIII framgår även att Siedentop inte angivit antalet öron inom tubarfunktionsgrupperna. Tillsammans gör dessa skillnader säkra jämförelser svåra. Det föreligger dock likheter i stort, fränsett grupp I, där Siedentop finner en betydligt högre andel öron med yta  $\geq 10 \text{ cm}^2$  än författaren. Den främsta skillnaden torde bero på olika materialsammansättning.

Jämförelser av medelvolymvärden för uppmejslade och icke uppmejslade öron visade ingen statistiskt signifikant skillnad avseende fungerande volym. Några volymmätningar preoperativt utfördes dock inte på de uppmejslade öronen. Resultaten talar för att volymen inte ökar efter uppmejsling.

Då det aktuella materialet skiljer sig från Holmquists i förhållandet mellan yta och tubarfunktion undersöktes hörselfunktionen på samma sätt som Holmquist. Han mätte luft-benledningsdiastasen och jämförde denna med tubarfunktionen. Han fann inga skillnader i hörselnedsättning vid god och dålig tubarfunktion och resultaten i det aktuella materialet, tabell XV, överensstämmer väl med de, som Holmquist fann.

## KLINISK METOD FÖR BESTÄMNING AV TUBARFUNKTION OCH VOLYM AV ÖRATS LUFTFÖRANDE HÅLRUM (KAPITEL III)

Ur resultaten i tidigare kapitel framgår att tubarfunktionen tillförlitligt kan testas med tryckmätningssmetoden. Detta innebär följande:

A. Appliceras ett testtryck till det slutna systemet, öra + mätapparat, kommer detta tryck vid öppning av örontrumpeten att ändras mot omgivningstrycket.

B. Ändras den okända slutna volymen, öra + mätsystem, med en känd volym, resulterar detta i en ändring av trycket i systemet. Med ledning av volym- och tryckändringen kan volymen av mellanörats slutna luftförande hålrum beräknas. Ur undersökningar presenterade i kapitel II framgår att volymen i örat kan mätas tillförlitligt om kuff-faktorn elimineras och om man korregerar för slemhinnefaktorn. Kuff-faktorn kan uteslutas genom insättning av optimal kuff i inre beniga delen av yttre hörselgången. De tryckbetingade volymvariationerna i mellanörats slemhinnor korregerar man för, genom att använda slemhinnefaktorn ( $1 \mu\text{l}/\text{cm H}_2\text{O}$ ) vid beräkningen av volymen,  $V_{m, \text{korr}}$ .

Ovanstående undersökningar visar sålunda att en förenkling av metoderna bör kunna utföras för kliniskt bruk.

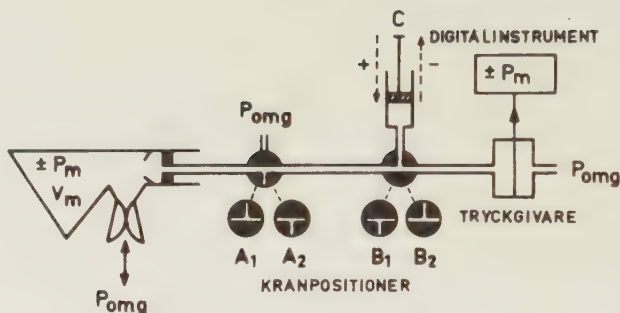
### Klinisk metod

#### Princip

På figur 19 presenteras ett öron-mätsystem. I mätsystemet ingår en tryckgivare som tillsammans med ett digitalinstrument registrerar trycket. Det initiala testtrycket åstadkommes med hjälp av ett kolvsystem, C.

#### Apparatur

Tryckgivare: Denna har konstruerats av Siemens Elema AB och består av en differentialtryckgivare med silikonmembran i vilken en kiselplatta ingjuts. Vid tryckbelastning över membranen ändras kiselplattans motstånd, vilken utgör det variabla motståndet i en Wheatstone-brygga. Den elektriska signalen från bryggan förstärkes och avläses på ett digitalinstrument i  $\text{cm H}_2\text{O}$ .



Figur 19: Mellanöra-mätsystem i blockschema.

**Kolvsystem:** Detta består av en gastät spruta med vilken volymändringen i öron-mätsystemet sker. Volymkontrollen möjliggöres genom att kolven kopplats till en mikrometerskruvordning. Ett varv på mikrometern motsvarar en volymändring av 78  $\mu\text{l}$  med en avlägsningsnoggrannhet av 1/100 varv.

**Kransystem:** Två trevägskranar ingår i mätsystemet, A och B. Efter att mätsystemet anslutits till örat användes följande kranpositioner:

- $A_1, B_2$  = nolltryckinställning ( $P_{omg}$ )
- $A_2, B_2$  = tryckapplikation med C (testtryck)
- $A_2, B_1$  = tryckmätning ( $\pm P_m$ ) vid tryckekvilibrering
- $A_2, B_2$  = volymmätning

Vid volymmätning avläses kolvens volymändring i det slutna systemet, öra + mätsystem, med hjälp av mikrometerskalan och resulterande tryckändring på digitalinstrumentet.  $V_{m_{korr}}$  d v s mellanörats slutna luftförande volym kan beräknas genom att först subtrahera kolvens volymändring med transducermembranets volymdeviation  $7,5 \times 10^{-3} \mu\text{l/cm H}_2\text{O}$  och slemhinnefaktorn  $1 \mu\text{l/cm H}_2\text{O}$ . Det beräknade volymvärdet ur Boyle's lag korrigeras därefter med mätsystemets volym 3,55 ml och hörselgångsvolymen 0,3 ml. Genom att använda en standardtryckändring, 5,0 cm  $H_2O$ , vid volymbestämmning har författaren avsevärt förenklat volymberekningsförfarandet:

$$V_{m_{korr}} = (\Delta C - 22) \times 0,15 - 1,3$$

$\Delta C$  = Den erhållna mikrometerjusteringen (hundredels varv) vid en avläst tryckändring av 5,0 cm H<sub>2</sub>O.

1,3 = slemhinnefaktorn + hörselgångsvolymen

22 och 0,15 är apparatkonstanter för förenkling av volymberekningsförfarandet.

Kuffsystem: Detta består av en polyetylenkateter (PE 190), 54 cm lång, försedd med en svampgummiskiva av 3 mm tjocklek och med individuellt utprovad diameter.

#### Tekniska data

Tryckområde:  $\pm 100$  cm H<sub>2</sub>O. Linjär inom tryckområdet  $\pm 10,0$  cm H<sub>2</sub>O.

Nolltrycksstabilitet:  $< \pm 0,1$  cm H<sub>2</sub>O under 15 minuter vid rumstemperatur.

Hysteresis:  $< \pm 0,1$  cm H<sub>2</sub>O inom tryckområdet  $\pm 10,0$  cm H<sub>2</sub>O.

Systemläckage:  $< \pm 0,1$  cm H<sub>2</sub>O vid  $\pm 10,0$  cm H<sub>2</sub>O under 5 minuter.

Mätsystemvolym: 1,3 ml i ventilposition B<sub>1</sub>.

3,55 ml i ventilposition B<sub>2</sub> med C i nolläge.

Volymbestämningsnoggrannhet:  $\pm 0,15$  ml.

Undersökningsgång på patienten:

1. Politzers prov. Vid negativt utfall kan samtliga nedanstående punkter uteslutas.
2. Valsalvas manöver.
3. Toynbee's prov. Om detta prov är positivt kan punkt 4 uteslutas.
4. Aspirations-deflationsundersökning. Initialt testtryck  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O. Maximalt 10 sväljningar under högst 3 minuter.
5. Volymbestämnin av örats luftförande slutna hålrum,  $V_{m, \text{kor}}$ .

De olika metoder som använts i kapitel I och II för bestämning av tubarfunktion och volym av örats luftförande hålrum är relativt komplicerande, vilket gör dem mindre väl lämpade för kliniskt bruk. Den kliniska metoden kan handhavas av ej specialutbildad personal som utför en fullständig undersökning på 10-15 minuter.

Målet vid rekonstruktiva ingrepp på örat är hel trumhinna, luftförande mellanöra och postoperativ hörselvinst. En rad faktorer inverkar på det slutliga resultatet, som t ex val av plastikmaterial, kirurgisk teknik, komplicerande infektioner och den funktionella kapaciteten hos örontrumpet och cellsystem. Vid all kirurgi är preoperativ information väsentlig, men omfattningen av sådana utredningar måste vägas mot informationsvärdet. Inför rekonstruktiva ingrepp i mellanöra är således hörselprov, mikroskopisk undersökning och röntgenundersökning av örat självklara. Bakterieprov från sekret och lokal- och allmänbehandling av infektioner är ibland nödvändiga i det preoperativa skedet.

Författaren utgick från att slemhinnorna i hela systemet, i mellanöra, cellsystem och örontrumpet drabbas vid kronisk slemhinneotit. Det borde då rimligen finnas ett samband mellan volym och tubarfunktion, d v s volymen avtager med sämre tubarfunktion.

Om värdet av funktionsundersökningar av örontrumpeten råder delade meningar. Vissa undersökare betonar vikten av sådana, medan andra anser undersökningarna sakna värde. För att närmare analysera graden av funktionsnedsättning i örontrumpeten utfördes, på samtliga öron i det aktuella materialet, alla allmänt förekommande tubarfunktions-tester. Av resultaten framgår att tubarfunktionen vid kronisk slemhinneotit inte är så dålig, som tidigare undersökare funnit, 70,5 % visar positiv aspirationsförmåga mätt med tryckmättningsmetoden och 74 % med den känsligare passer-volymmetoden. Dessa värden överensstämmer med flertalet inläkningsresultat (42-98 %) i tidigare publicerade myringoplastikmaterial av t ex Örtegren (1964 b), Miller, Bilodeau (1967), Sheehy, Glasscock (1967), Wright (1967), Holmquist (1968), Salén (1968), Palva o a (1969), Ekvall (1970), MacKinnon (1970), Sharp (1970), Lee, Shuhknecht (1971) och Siedentop (1972). Av dessa författare har några t ex Ekvall och Sharp funnit stor diskrepans mellan tubarfunktion och inläkningsresultat. Sålunda erhöll Ekvall inläkning i 97 % av 91 opererade öron, men trots detta fann han blott positiv aspirationsförmåga i 8 av 21 undersökta operationsfall. Sharp erhöll motsvarande inläkning i 91 % av 34 öron, men fann endast positiv aspirationsförmåga i 3 av 40 öron, vilka emellertid inte in-

gick i operationsmaterialet ! Båda undersökarnas resultat torde inte avspegla den reella tubarfunktionen hos fallen, tabell X. Det är dock självklart att tubarfunktionen inte ensam är avgörande för lyckade operationsresultat utan här till bidrar ett flertal faktorer.

Flera författare framförallt Smyth o a (1971) framhåller att preoperativ tubarfunktionsundersökning är överflödigt "can be safely excluded". De påpekar helt riktigt att upphävd aspirationsförmåga ej ger någon upplysning om var i örontrumpeten ett eventuellt hinder är beläget. Detta skulle vanligen vara lokaliserat till örontrumpetens aurala portion (Shuhknecht, Kerr 1967). I det aktuella materialet förekommer upphävd aspirationsförmåga i 29,5 %, vilket talar för att ett sådant hinder ej är vanligt förekommande i föreliggande material.

Författaren anser Politzers prov och Valsalvas manöver ytterst väsentliga då de har betydelse för den postoperativa behandlingen. I det aktuella materialet kunde 70 % läras att utföra Valsalvas manöver så att tubarpassage erhöles, vilket innebär att de själva kan sköta den postoperativa tryckregleringen, medan övriga får behandlas med försiktiga Politzerblåsningar eller med apparatur för skapande av graderade konstanta tryck i rhinofarynx.

Bestämningar av cellsystemets utbredning vid kronisk slemhinneotit visade klart större ytor i det aktuella materialet jämfört med Diamant (1940), medan det inte förelåg någon skillnad mellan ytorna på öron med traumatiska perforationer i det aktuella och normala öron i Diamants material. Författarens utredning visar att skillnaderna inte enbart kan bero på mättekniska omständigheter eller materialval. En bidragande orsak till att ytstorlekarna ökat skulle enligt Diamant eventuellt kunna tillskrivas ökad medellängd och bättre förebyggande mödravård. Andra forskare hävdar orsaker såsom bättre nutritionsläge, bättre förebyggande barnavård och effektivare omhändertagande av fall med akuta otiter nu än för 40-50 år sedan.

Liten volym och dålig tubarfunktion visade god korrelation och information om dessa förhållanden torde ge uttryck för graden av inflammatorisk slemhinnepåverkan, som drabbar hela den funktionella enheten d v s mellanöra, cellsystem och örontrumpet. I det aktuella materia-

let jämfördes volymen av örats luftförande hålrum med otitdurationen. Man fann att ju längre sjukdomen varat desto mindre var volymen. Skillnaden är signifikant (++). Diamant fann avtagande ytor både i normalfall och vid kronisk slemhinneotit efter 30 års ålder och Opheim (1941) fann detta gälla också vid kronisk slemhinneotit av lång duration. I det aktuella materialet förelåg ingen signifikant minskning av ytan vid långvarig otit. Resultaten tolkas så att volymbestämning återspeglar resttillstånd efter slemhinneprocesser bättre än röntgenundersökning. Ett ytterligare stöd för detta är att ytstorlek och tubarfunktion inte visade något signifikant samband.

Vid fall med små volymer har Flisberg o a (1963c), Grahne (1964) och Wehrs (1965) föreslagit att man skulle utföra en uppmejsling för att på så sätt skapa en större luftförande hålighet i kommunikation med mellanörat. Ett sådant nyskapat hålrum skulle minska riskerna för trumhinne retraktioner då kortvarig utebliven tryckekvibrering via örontrumpeten inte förorsakar lika stor trycksänkning i stor kavitet som i liten, förutsatt att den huvudsakliga gasabsorptionen antages ske via den väl vaskulariserade mellanöronslemhinnan. Palva o a (1966) angav å andra sidan att den kavitet, som skapats vid uppmejsling snabbt utfylles av bindväv. De mätningar av volymen som utförts på uppmejslade fall i den aktuella undersökningen visar att volymvärdet inte var högre i dessa än i icke uppmejslade fall, vilket stöder Palvas o a åsikt.

Lågt volymvärde och stor cellsystemsyta talar för att delar av cellsystemet är avstängda. Då man numera använder silikongummifilm för att förhindra sammanväxningar i örat kan det vara motiverat att på dessa fall utföra en uppmejsling med inläggning av silikongummifilm för att därmed försöka hålla kaviteten öppen. Volymbestämning skulle därmed ge direkt anvisning när en sådan typ av operation borde utföras.

På basis av nådda resultat anser författaren tubarfunktions- och volymundersökningar, med den förenklade metod som angivits, värdefulla och båda bör ingå i den preoperativa utredningen. Samtliga i materialet har redan opererats eller kommer att opereras oavsett tubarfunktion. Avsikten är att så småningom korrelera de postoperativa långtidsresultaten med de preoperativa fynden.

## SAMMANFATTNING

I den moderna otologiska litteraturen framföres divergerande åsikter rörande värdet av preoperativa tubarfunktionsstudier inför hörsel-förbättrande ingrepp. För att bilda sig en egen uppfattning om värdet av dylika undersökningar vid kronisk slemhinneotit har författaren med alla hittills allmänt använda förfaringssätt undersökt öron-trumpetens tryckreglerande förmåga hos ett patientmaterial.

I arbetet behandlas även volymbestämning av örats luftförande hålrum. Författaren antar att samtliga slemhinnor inom den funktionella enheten - mellanöra, cellsystem och örontrumpet drabbas vid kronisk slemhinneotit. Volymen av de luftförande hålrummen kan förväntas vara mer reducerad hos öron med dålig tubarfunktion till följd av den inflammatoriska processen än hos öron med god tubarfunktion. En jämförande ytbestämning av örats cellsystem på röntgenbild och volymbestämning av örats luftförande hålrum har utförts och resultaten korrelerats med tubarfunktionen.

I materialet ingick 123 öron på 117 personer med kronisk slemhinneotit och central perforation, av vilka 21 öron tidigare opererats med sanerande ingrepp på cellsystemet. Dessutom ingick 9 öron med traumatisk trumhinneperforation.

### Tubarfunktion

Följande tubarfunktionsprover, som ger luftpassage genom örontrumpeten, har använts på samtliga personer:

1. Aspirations-deflationsmetoden, det vill säga anbringande av ett under- respektive övertryck av  $\pm 10$  cm  $H_2O$  direkt i örat.
2. Politzers prov.
3. Valsalvas manöver.
4. Toynbee's prov.
5. Anbringande av konstant tryck ( $\pm 10$  cm  $H_2O$ ) till rhinofarynx under sväljning.

Följande metoder har använts för påvisande av luftpassage genom öron-trumpeten:

1. Tryckmätningssmetoden, som indirekt via tryckändringar i ett slutet mellanöra - mätsystem, registrerar luftpassagen via örontrumpeten.
2. Passer-volymmetoden, som direkt registrerar luftpassage genom örontrumpeten.

Med tryckmätningssmetoden påverkades slemhinnorna i örat av testtrycken i upp till 3 minuter. Med passer-volymmetoden reducerades tiden för tryckpåverkan till 5-10 sekunder.

På grundval av resultaten mätt med tryckmätningssmetoden har materialet indelats i 4 tubarfunktionsgrupper enligt Elner (1971 b).

Grupp I: Ekvilibrerar  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O i örat fullständigt.

Grupp II: Ekvilibrerar  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O men med resttryck i örat efter 10 sväljningar.

Grupp III: Ekvilibrerar övertryck med eller utan resttryck men inte undertryck.

Grupp IV: Ekvilibrerar vare sig över- eller undertryck.

Av hela kroniska otitmaterialet tillhörde 70,5 % grupp I och II medan 29,5 % tillhörde grupp III och IV. Politzers prov var positivt i samtliga fall och Valsalvas manöver i 70 %. Toynbee's prov var positivt i 60 %, framför allt hos öron med god tubarfunktion, grupp I och II. Funktionsundersökningar med graderade konstanta tryck i rhinofarynx under sväljning gav inga fördelar jämfört med ovan nämnda prov. Vid aspiration-deflation användes såväl tryckmätningssom passervolymmetoderna. God överensstämmelse i resultaten erhöles, vilket innebär att en tryckapplikation av  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O i mellanörat under 5-10 sekunder eller upp till 3 minuter ger samma resultat. Undersökningar vid två skilda tillfällen utfördes på 55 öron och i dessa ingick samtliga öron med dålig tubarfunktion, grupp III-IV. God överensstämmelse erhöles mellan första och andra undersökningen i 87 %. Slutligen jämfördes tubarfunktionen i det föreliggande materialet med den i ett normalmaterial.

God tubarfunktion, grupp I-II vid kronisk slemhinneotit är betydligt vanligare i det aktuella materialet än i tidigare rapporter. Detta torde främst bero på skillnader i urval av patientmaterial och annorlunda testförfarande.

## Volym

Andras den okända slutna volymen i ett öra-manometersystem, förbundna via en kateter med kuff, med en känd volym resulterar detta i en ändring av trycket i systemet. Med ledning av volym- och tryckändring kan volymen av örats slutna luftförande hålrum beräknas med en modifikation av Boyle's lag. Vid tryckbelastning av örat ändras blodfyllnaden i slemhinnorna (slemhinnefaktorn) och den i hörselgången inpassade kuffen riskerar att glida (kuff-faktorn). Dessa felfaktorer måste man taga hänsyn till för en korrekt jämförelse mellan volym och tubarfunktion. Sålunda kan kuffglidning uteslutas vid användning av optimalt tillpassad kuff i hörselgången.

För analys av slemhinnefaktorn har författaren utvecklat två nya metoder, som användes på sju personer med kronisk otit. Vid den ena mättes volymen av örats luftförande hålrum utan tryckskillnad över slemhinnorna, varvid slemhinnefaktorn eliminerades. Med den andra metoden studerades slemhinnefaktorn vid tryckändringar på kroppens utsida men ej i örat och det funna medelvärdet uppgick till  $1 \mu\text{l}/\text{cm H}_2\text{O}$ . Dessa undersökningar visar att det går att kvantitativt beräkna tryckbetingade slemhinnevariationer i örat, vilket avsevärt ökar tillförlitligheten i volymbestämmingen. Rutinförfarandet för volymbestämming på alla öron innebär tryckapplikation endast till örat. Vid beräkning av volymen av örats hålrum korrigerades med ovanstående slemhinnefaktor, varvid den verkliga volymen erhöles.

Medelvolymen av örats luftförande hålrum för icke opererade med kronisk slemhinneotit (93) uppgick till 2,35 ml medan motsvarande medelvolym för öron med traumatisk trumhinneperforation (9) var 5,83 ml. Mellan dessa grupper förelåg signifikant (++) skillnad. Medelvolymen för öron med kronisk slemhinneotit, vilka opererats med uppmesling (20), var 2,04 ml vilken inte signifikant skilde sig från de icke opererade fallen.

## Yta

Ytan av cellsystemet mättes på röntgenbild (projektion II enligt Runström) med en planimetrisk metod introducerad av Diamant. Medel-ytan av icke opererade öron (69) var  $6,90 \text{ cm}^2$  och för öron med trau-

matisk perforation (9)  $12,70 \text{ cm}^2$  och skillnaden var signifikant (++). Författaren fann större medelyta av cellsystemen vid kronisk otit jämfört med tidigare undersökare och orsakerna därtill diskuteras.

### Hörsel

Luft- benledningsdiastasen visade ingen signifikant skillnad i de olika tubarfunktionsgrupperna vid någon av de undersökta frekvenserna 500, 1000 och 2000 Hz.

### Tubarfunktion-volym-yta

Medelvolymererna för 66 öron med god (I-II) och 27 öron med dålig (III-IV) tubarfunktion var 2,71 ml respektive 1,53 ml med signifikant (+++) skillnad. Medelytorna i motsvarande tubarfunktionsgrupper var  $7,46 \text{ cm}^2$  respektive  $5,68 \text{ cm}^2$  och skilde sig inte signifikant. Dessa resultat stöder författarens antagande att slemhinnorna i hela systemet drabbas. Slemhinneprocessen inverkar på volym men ej på yta.

### Klinisk metod

Med stöd av de nådda resultaten anser författaren att tubarfunktions- och volymundersökning är välmotiverade och av väsentligt värde. Det är emellertid viktigt att undersökningen kan ske med en enkel klinisk metod.

Författaren har utarbetat en testapparat, som består av ett manometersystem, som är lufttätt kopplat till örat. Följande prov utföres:

1. Politzer prov. Vid negativt utfall kan samtliga nedanstående punkter uteslutas.
2. Valsalvas manöver.
3. Toynbee's prov. Om detta är positivt kan punkt 4 uteslutas.
4. Aspirations-deflationsundersökning. Initialt testtryck  $\pm 10 \text{ cm H}_2\text{O}$ . Maximalt 10 ekvibreringsförsök under 3 minuter.
5. Volymbestämning av örats luftförande hålrum.

Undersökningen tar 10-15 minuter i anspråk.

Samtliga patienter i denna undersökning har opererats eller skall opereras oberoende av tubarfunktionen eller volymresultaten. De postoperativa resultaten kommer att sammanställas senare.

## SUMMARY

In modern literature opinions are divided as to the value of preoperative testing of the Eustachian tube in connection with hearing restoration surgery. In order to investigate the value of such tests in cases of chronic otitis media with central perforation, the author has used all commonly practiced procedures in an investigation of the pressure regulating function of the Eustachian tube.

This report also deals with the volume determination of the airfilled ear spaces. The author assumes that all mucous membranes within the functional unit - middle ear, air cell system and Eustachian tube - are affected in cases of chronic otitis with central perforation. If this is correct, the volume of the airfilled ear spaces should be more reduced in cases with poor tubal function due to chronic inflammation of the mucous membranes, in contrast to cases with good tubal function. In order to test this assumption, determinations were made of the cell system area on X-ray film and of the volume of the air-filled closed ear spaces, and the results were correlated to the tubal function of the ear. The material consisted of 123 ears of 117 individuals with chronic otitis + central perforation, out of which 21 ears had earlier been operated on with mastoidectomy. Nine ears with traumatic perforation of the tympanic membrane were also investigated.

### The function of the Eustachian tube

The following tests providing air passage through the tube were performed on all patients.

1. Aspiration-deflation method, i.e. application of the under- and overpressure ( $\pm 10$  cm  $H_2O$ ) respectively into the middle ear.
2. Politzer's test
3. Valsalva's manoeuvre
4. Toynbee's test
5. Application of constant pressure of the rhinopharynx during swallowing ( $\pm 10$  cm  $H_2O$ ).

The following methods for indication of air passage through the tube have been used:

1. Pressure measuring method, by which air passage through the tube is recorded indirectly via the pressure changes in the closed middle ear measuring system.
2. Flow-volume method, by which air passage through the tube is recorded directly.

By using the pressure measuring method the mucosa was loaded with the test pressure up to 3 minutes. By the flow-volume method the pressure time was reduced to only 5-10 sec. On the basis of the results of tubal testing by the pressure measuring method the present material was divided into 4 different tubal function groups according to Elner et al. (1971 b). In this way it was possible to make comparisons between the normal ears and ears in the present material. This material was divided into 4 groups according to the capacity for equilibrating a pressure of  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O applied to the ear in a constant number of deglutition:

Group I: equilibrates pressure differences completely.

Group II: equilibrates, but with residual pressure in the middle ear.

Group III: is only capable of equilibrating relative over-pressure but not underpressure.

Group IV: is incapable of equilibrating any pressure, over- as well as underpressure.

Out of all cases in the whole material, 70,5 % belonged to groups I and II, while 29,5 % belonged to groups III and IV. Politzer's test was positive in all cases, the Valsalva manoeuvre in 70 %. Toynbee's test showed positive results in 60 % and the majority of these belonged to groups I and II. Testing with constant pressure in the rhinopharynx during deglutition had no advantages over the other tests. At testing with the aspiration-deflation methods the results showed good agreement, which means that the pressure application of  $\pm 10$  cm H<sub>2</sub>O to the middle ear during 5-10 sec. or up to 3 min. gave the same result. Investigations were performed on 55 ears on 2 different occasions, all ears with poor tubal function being included (groups III and IV). Good agreement was found between the first and second investigation: the result was the same in 87 %. It is obvious from these investigations that good tubal function, i. e. groups I and II, was far more common in cases with chronic otitis with central perforation in the present material than in materials reported earlier. This seems to be due to differences in the material and in the test procedure.

Finally the tubal function in the normal and the present material were compared.

#### The volume of the airfilled ear spaces

The middle ear is connected via a cuff system to a manometer system. When the unknown closed volume of this system is changed by a known volume, a pressure change occurs in the system. With the aid of the known recorded volume and pressure changes, the volume of the airfilled ear spaces can be calculated by a modification of Boyle's law. During the pressure application to the ear volume changes occur in the mucosal vessels (the ear mucosa factor), and the cuff introduced into the auditory canal may slide (the cuff factor). Attention must be paid to these sources of error in order to arrive at a correct comparison between volume and tubal function. The investigation shows that the cuff factor can be eliminated by using a cuff perfectly adjusted to the auditory canal. For analysis of the ear mucosa factor the author has developed two new methods used on seven ears with chronic otitis. One of the methods admits of determination of the closed airfilled ear space volume without any pressure difference across the mucous membranes, i.e. the ear mucosa factor was eliminated. By the other method the ear mucosa factor was studied at pressure changes on the outside of the body only, but not in the ear under investigation. By this latter technique the mean value for the ear mucosa factor could be calculated and was found to be  $1 \mu\text{l/cm H}_2\text{O}$ . These investigations show that it is possible to assess, the variation in the volume of the mucous membranes of the ear, depending on pressure differences across the mucosa. In this way, more reliable calculations of the volume of the airfilled ear spaces are possible. The usual performance in volume determination of the ear spaces involves pressure application to the ear only. Calculation of the volume of the airfilled ear spaces was corrected by means of the ear mucosa factor, and the result was  $V_{m_{\text{korr}}}$ . The mean volume of the air spaces of the non-operated ears with chronic otitis (93) was 2,35 ml, while the corresponding mean volume of the ears with traumatic perforation was 5,83 ml. The difference between these mean volumes was statistically significant (++) . The mean volume of otitic ears which had been operated on by mastoidectomy (20) was 2,04 ml, which does not differ significantly from the non-operated cases.

### The area of the cell system

The area of the ear cell system was measured on X-ray films (projection II according to Runström) by a planimeter method similar to that introduced by Diamant. The mean area of the non-operated ears with chronic otitis (69) was  $6,90 \text{ cm}^2$  and for ears with traumatic perforation of the tympanic membrane (9)  $12,70 \text{ cm}^2$ . The differences between these two mean areas was statistically significant (++). In cases of chronic otitis the present report shows larger mean areas of the air cell system as compared with earlier reports. The reasons for this are discussed.

### Hearing function

No differences in air bone gaps were found in the different tubal function groups for any of the frequencies studied: 500, 1000 and 2000 Hz.

### Tubal function - volume and area

The mean volumes of 66 ears with chronic otitis and good tubal function (groups I and II) and of 27 ears with chronic otitis and poor function (groups III and IV) were 2,71 and 1,53 respectively. This difference in volume was statistically significant (+++). The mean area in the corresponding tubal function groups was 7,46 and 5,68 respectively. There is no statistically significant difference between these areas. This finding supports the author's assumption that the mucous membrane in the entire ear system is involved in chronic otitis media. This affects the volume of the airfilled spaces but not the area of the system. On the basis of the results the author claims that both tubal function tests and volume determinations should be performed in clinical routine work with the aid of simple clinical methods.

The apparatus consists of a manometer system airtightly connected to the ear. The following tests are performed in the following order:

1. Politzer's test. When this test is negative all investigations listed below are excluded.
2. Valsalva's manoeuvre.
3. Toynbee's test. If this is positive test number 4 can be excluded.
4. Aspiration-deflation test. An initial test pressure of  $\pm 10 \text{ cm H}_2\text{O}$

is applied to the ear. The patient equilibrates during maximum 10 deglutitions up to 3 minutes.

5. Determination of the volume of the airfilled ear spaces.

This clinical method is easy to handle and takes 10-15 minutes to perform.

All cases of chronic otitis in this report have been or are to be operated on by hearing restoration surgery independently of the results of the tubal function and volume measurements. The postoperative results will be compared with the preoperative ones later on.

## STATISTISK KOMMENTAR

Vid den statistiska bedömningen av material och resultat har Medicinska forskningsrådets statistiktjänst i Lund konsulterats.

### Metoder

A<sub>1</sub> t-test (vid jämförelser av medelvärden i två populationer med samma standardavvikelser).

A<sub>2</sub> t-test enligt Aspin-Welch (som ovan men med olika standardavvikelser).

### B Linjärregressionsanalys

Observationerna beskrivs enligt  $Y = a + bx + \text{slumpfel}$ .

$Y(x) = a + bx$  benämnes regressionslinjen.

b är linjens lutning

### C Korrelationsanalys

### D $\chi^2$ -analys

Vid signifikanstest användes följande beteckningar:

$p > 0,05$  = ingen signifikans

$0,01 < p \leq 0,05$  = tendens (+)

$0,001 < p \leq 0,01$  = signifikans (++)

$p \leq 0,001$  = stark signifikans (+++)

För beskrivning av metoderna, se t ex Dixon, Massey: Introduction to statistical analysis.

## LITTERATUR

- ALBRECHT W: Pneumatisation und Konstitution. Z Hals-, Nas- u Ohrenheilk 10:51-55 1924 a
- Mittelohreiterung und Pneumatisation des Warzenfortsatzes. Z Hals-, Nas- u Ohrenheilk 10:55-59 1924 b
- BORTNICK C E: Simple apparatus to measure Eustachian tube function. Arch Otolaryngol 83:12-13 1966
- BROWN FARRIOR J: Total tympanoplasty type V. Arch Otolaryngol 81:398-409 1965
- CHEATLE A H: The etiology and prevention of chronic middle ear suppuration. Acta Otolaryngol (Stockh) 5:283-294 1923
- DIAMANT M: Otitis and pneumatisation of the mastoid bone. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 41 1940
- Cholesteatoma and chronic otitis. Arch Otolaryngol 47:581-589 1948
- "Chronic otitis" a critical analysis. Basel/New York: S Karger 1952
- v DISHOECK H A E: Resistance-measuring of the Eustachian tube and the ostium and isthmus valve mechanism. Acta Otolaryngol (Stockh) 35: 317-326 1947
- ECKERT-MÖBIUS A: Grundsätzliches zum Pneumatisationsproblem. Arch Ohr-, Nas- u Kehlk-Heilk 142:43-49 1937
- EKVALL L: Eustachian tube function in tympanoplasty. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 263:33-40 1970
- ELNER Å: Indirect determination of gas absorption from the middle ear. Lund: Studentlitteratur 1971
- Volymmätningar av hörselgång mellan kuff och trumhinneplan. Pers medd 1972
- , INGELSTEDT S, IVARSSON A: A method for studies of the middle ear mechanics. Acta Otolaryngol (Stockh) 72:191-200 1971 a
- - The normal function of the Eustachian tube. A study of 102 cases. Acta Otolaryngol (Stockh) 72:320-328 1971 b
- FLISBERG K: Ventilatory studies of the Eustachian tube. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 219 1966
- , INGELSTEDT S, ØRTEGREN U: Controlled "ear aspiration" of air. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 182:35-38 1963 a
- - Clinical volume determination of the air-filled ear space. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 182:39-42 1963 b

- FLISBERG K, INGELSTEDT S, ØRTEGREN U: The relationship of middle ear disease to mastoid hypocellularity. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 182:69-72 1963 c
- , ZSIGMOND M: The size of the mastoid air cell system. Acta Otolaryngol (Stockh) 60:23-29 1965
- GRAHNE B: Simple mastoidectomy with air chamber creation in progressive adhesive otitis. Acta Otolaryngol (Stockh) 58:259-270 1964
- GUILFORD F R: Preoperative evaluation in chronic ear disease. Arch Otolaryngol 78:271-276 1963
- GÜNNEL F: Neue Untersuchungen über die Entwicklung des Warzenfortsatzes und seiner Pneumatisation. Arch Ohr-, Nas- u Kehlk-Heilk 172:1-56 1957
- HEINE B: Operationen am Ohr. Die Operationen bei Mittelohreiterungen und ihren intrakraniellen Komplikationen, 2 ed Berlin: S Karger 1906 p 82
- HOLMGREN G: Operation on the temporal bone carried out with the help of the lens and the microscope. Acta Otolaryngol (Stockh) 4:383-393 1922
- HOLMQUIST J: The role of the Eustachian tube in myringoplasty. Acta Otolaryngol (Stockh) 66:289-295 1968
- Middle ear ventilation. A clinical study. Göteborg: Struves boktryckeri 1969 a
- Eustachian tube function in patients with ear drum perforations following chronic otitis media. Acta Otolaryngol (Stockh) 68:391-401 1969 b
- Size of mastoid air cell system in relation to healing after myringoplasty and to Eustachian tube function. Acta Otolaryngol (Stockh) 69:89-93 1970
- HOUSE W F: The function of the Eustachian tube. Arch Otolaryngol 71:405-407 1960
- , SHEEHY J L: Functional restoration in tympanoplasty. Arch Otolaryngol 78:304-309 1963
- INGELSTEDT S, JONSON B: Mechanisms of the gas exchange in the normal middle ear. Föredrag vid Nordisk Otologisk kongress i Helsingfors 1966. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 224:452-461 1967
- , IVARSSON A, JONSON B: Mechanics of the human middle ear. Pressure regulation in aviation and diving. A non-traumatic method. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 228 1967

- , ØRTEGREN U: Qualitative testing of the Eustachian tube function. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 182:7-23 1963
- JONSON B: A flow-regulating valve for use in respiratory physiology. Scand J clin Lab Invest 24:127-230 1969
- JUGANOV E M: Örontrumpetens fysiologi. Vestn Oto-rino-laring 22:34-40 1960
- LEE K, SHUHKNECHT H F: Results of tympanoplasty and mastoidectomy at the Massachusetts eye and ear infirmary. Laryngoscope 81:529-543 1971
- MACKINNON D M: Relationship of pre-operative Eustachian tube function to myringoplasty. Acta Otolaryngol (Stockh) 69:100-106 1970
- MILLER Jr G F: Eustachian tubal function in normal and diseased ears. Arch Otolaryngol 81:41-48 1965
- , BILODEAU R: Preoperative evaluation of Eustachian tubal function in tympanoplasty. South Med J 60:868-871 1967
- MOURET J: Étude sur la structure de la mastoïde et sur le développement des cellules mastoïdiennes. Influence de la constitution de la mastoïde sur l'évolution des suppurations antro-cellulaires. Ann Mal Oreil Larynx 39:113-252 1913
- NIWA H: The study on the measurement of the Eustachian tubal function. Jap Jour Otol Abstracts 6:2-3 1972
- OPHEIM O: Chronic middle ear inflammation and the pneumatic cellular system in the mastoid process. Acta Otolaryngol (Stockh) 29:56-76 1941
- PALVA A, KÄRJÄ J: Eustachian-tube patency in chronic ears. Pre-operative evaluation correlated to postoperative results. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 263:25-28 1970
- PALVA T, PALVA A: Size of human mastoid air cell system. Acta Otolaryngol (Stockh) 62:237-251 1966
- , KÄRJÄ J: Myringoplasty. Ann Otol Rhinol Laryngol 78:1074-1080 1969
- POLITZER A: Beiträge zur Physiologie des Gehörorganes. Sitzungsbericht der Kaiserl Akademie der Wissenschaften 18:427-438 1861
- Ueber ein neues Heilverfahren gegen Schwerhörigkeit in Folge von Unwegsamkeit der Eustachischen Ohrtrumpete. Wiener Med Wochenschrift 13:84-87, 102-104, 117-119, 148-152 1863

- RIU R, FLOTES L, BOUCHE J, LE DEN R: La physiologie de la trompe d'Eustache. Applications cliniques et thérapeutiques. Paris: Arnette 1966
- RUNDCRANTZ H: Posture and Eustachian tube function. Acta Otolaryngol (Stockh) 68:279-292 1969
- RUNSTRÖM G: A roentgenological study of acute and chronic otitis media. Acta Radiol (Stockh) Suppl 17:38-40 1933
- RÜEDI L: Die Mittelohrraumentwicklung vom 5. Embryonalmonat bis zum 10. Lebensjahr. Acta Otolaryngol (Helsingfors) Suppl 22:122-126 1937
- SALÉN B: Tympanic membrane grafts of full-thickness skin, fascia and cartilage with its perichondrium. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 244 1968
- SCHWARZ M: Die Bedeutung der hereditären Anlage für die Pneumatisation der Warzenfortsätze und der Nasennebenhöhlen. Arch Ohr-, Nas- u Kehlk-Heilk 123:161-232 1929
- SHARP M: The manometric investigation of tubal function with reference to myringoplasty results. J Laryngol Otol 84:545-551 1970
- SHEEHY J L, GLASSCOCK M E: Tympanic membrane grafting with temporalis fascia. Arch Otolaryngol 86:391-402 1967
- SHUHKNECHT H F, KERR A G: Pathology of the Eustachian tube. Arch Otolaryngol 86:497-502 1967
- SIEDENTOP K H: Eustachian tube dynamics, size of the mastoid air cell system, and results with tympanoplasty. Otolaryngol Clin North Am 5:33-44 1968
- , TARDY M E, HAMILTON L R: Eustachian tube function. Arch Otolaryngol 88:386-395 1969
- SMYTH G D L, KERR A G, GOODEY R J: Current thoughts on combined approach tympanoplasty. Part I. Indications and preoperative assessment. J Laryngol Otol 85:205-212 1971
- TERKILDTSEN K: En ny metode til påvisning av de intraaurale muskel-reflexer. Dansk otolaryngologisk selskabs forhandlinger 30 1956-1957. Helsingborg: Schmidts boktrykkeri A/B 1959
- THOMSEN K A: investigations on Toynbee's experiment in normal individuals. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 140:263-268 1957 a
- Investigations on the tubal function and measurement of the middle ear pressure in pressure chamber. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 140:269-278 1957 b

- TOYNBEE J: On the muscles which open the Eustachian tube. Proc Roy Soc Med 6:286-287 1853
- TUMARKIN A: On the nature and vicissitudes of the accessory air spaces of the middle ear. J Laryngol Otol 71:65-99, 137-161, 211-248 1957
- VALSALVA A M: De Aura Humana Tracatus. 2 ed. Venedig: Fransiscum Pitteri 73 1740
- WEHRS R E: Tympanoplasty with aeration of the mastoidectomy cavity. Arch Otolaryngol 82:18-24 1965
- WITTMACK K: Ueber die normale und die pathologische Pneumatisation des Schläfenbeines einschliesslich ihrer Beziehungen zu den Mittelohrerkrankungen. Jena: G Fischer 1918 p 125-243
- WRIGHT W K: Reconstruction of the middle ear with fascia and bone. Arch Otolaryngol 85:492-496 1967
- WOJATSCHEK W: Ein neuer hermetischer Ohrenobturator. Arch Ohr-, Nas- u Kehlk-Heilk 75-76:217-221 1908
- WULLSTEIN H L: Funktionelle Operationen im Mittelohr mit Hilfe des freien Spaltlappen-Transplantates. Arch Ohr-, Nas- u Kehlk-Heilk 161:422-435 1952
- Past and future of tympanoplasty. Arch Otolaryngol 78:371-385 1963
- ZÜLLNER F: Anatomie, Physiologie, Pathologie und Klinik der Ohrtrompete. Berlin: Springer 1942
- Hörverbessernde Eingriff am Schalleitungsapparat. Proc 5. Int Congr Oto-Rhino-Laryngol 119 1953
  - Therapy of the Eustachian tube. Arch Otolaryngol 78:394-399 1963
- ÖRTEGREN U: Trumhinneplastik. Förhandlingar i Svensk Otolaryngologisk förening 1958-59
- Trumhinneplastik med fascia. Lund: Sydsvenska Dagbladets Aktiebolag 1964 a
  - Myringoplasty. Acta Otolaryngol (Stockh) Suppl 193:1-43 1964 b



